



目次

1. 支部長挨拶	久保田 効	1
2. 解説		
● 静止衛星「ひまわり」	大橋 勇治 (札幌管区気象台)	2
● 道路防災と気象	石本 敬志 (北海道開発局)	9
3. 平成5年度第1回支部研究発表会要旨		18
4. 日本気象学会1992年秋季大会(札幌)報告		40
5. 第11回夏季大学「新しい気象」講座		
夏季大学雑感	若林 徳司 (気象協会道本部)	50
● たつまき	上田 博 (北海道大学理学部)	52
● 流れ星の大出現を予測する	渡辺 和朗 (札幌市青少年科学館)	61
● 気候変動	菊地 勝弘 (北海道大学理学部)	70
● 流通と気象	高橋 満敏 (気象協会道本部)	76
6. 平成5年度北海道支部気象講演会のお知らせ		84
7. 写真訪問		
● 浦河測候所の沿革	稲童丸 純 (浦河測候所)	85
● 横津岳気象レーダー観測所	能島 勝彦 (函館海洋気象台)	88
8. 会員寄稿		
● 気象学会北海道支部会員数の経過	久保田 効 (支部長)	91
● パプアニューギニア、マヌス島レーダー観測報告	上田 博 (北海道大学理学部)	93
● カナダ・マックギル大学とカナダ北極圏を訪ねて	遊馬 芳雄 (北海道大学理学部)	101
9. 平成5年度支部総会報告		108
10. 役員会報告		113
11. 平成5年度支部役員		117
12. 支部会員名簿・会員動静		118
13. 交換機関誌		132
14. 通信欄		133

平成5年9月

日本気象学会 北海道支部

社団法人 日本気象学会 北海道支部規約

S32. 7. 11	制 定
S40. 8. 7	一部改正
S45. 6. 24	一部改正
S53. 5. 30	一部改正
S62. 6. 10	一部改正
H 2. 6. 19	一部改正
H 5. 6. 11	一部改正

- 第 一 条 本支部は社団法人日本気象学会北海道支部という。
- 第 二 条 本支部は事務局を札幌市中央区北 2 条西 1 8 丁目札幌管区気象台内におく。
- 第 三 条 本支部は北海道に在住するすべての日本気象学会会員によって構成される。
- 第 四 条 本支部は日本気象学会の定款の範囲内で事業を行なうが、特に支部会員の研究の奨励推進、ならびに相互の連絡につとめることを目的とする。
- 第 五 条 本支部は前条の目的を達成するために講演会ならびに学術的会合の開催その他本支部の目的にかなうと思われる事業を行なう。
- 第 六 条 本支部の事業年度は毎年 4 月 1 日にはじまり翌年 3 月 3 1 日に終る。
- 第 七 条 本規約の実行に必要な細則は支部理事会の決議によって別に定める。支部理事会は支部の理事および当支部に籍をおく全国理事によって構成される。
- 第 八 条 本支部に次の役員をおく。
理 事 7 名 (内支部長 1 名、常任理事 4 名)
会計監査 1 名
幹 事 6 名
- 第 九 条 理事および会計監査は支部会員の互選によって定める。
- 第 十 条 支部長および常任理事は理事の互選によって理事の中から定める。
- 第 十 一 条 幹事は支部長の指名による。
- 第 十 二 条 支部長は本支部を代表して会務を総理する。支部長に事故ある時は、支部長があらかじめ指名した常任理事がその職務を代行する。
- 第 十 三 条 理事および幹事は本支部の会務を行なう。会計監査は本支部の会計を監査する。
- 第 十 四 条 役員任期は 2 年とする。但し重任は妨げない。理事および会計監査は任期満了後でも後任者の就任するまでその職務を行なう。
- 第 十 五 条 総会の開催、議決等は日本気象学会定款に準じて行なう。

北海道支部役員選挙規則

- 第 一 条 理事および会計監査選挙の投票日は理事会で決定する。
- 第 二 条 支部長は投票締切日の 1 5 日前までに投票用紙および支部会員名簿を会員に配布し周知を図るものとする。
- 第 三 条 投票は無記名、文書投票とし理事は定数内の連記とし、会計監査は単記とする。
- 第 四 条 有効投票により投票の多い順に当選とする。投票数が同じものが 2 名以上出た場合は年長順とする。
- 第 五 条 理事および会計監査に欠員を生じた場合は、理事会の推薦によって補充する。
- 第 六 条 開票は常任理事立会のもとに行なう。
- 第 七 条 開票の結果は理事会に報告し、「細氷」または「天気」に掲載する。

支 部 長 挨拶

昨年の秋は当学会員の努力のお陰で日本気象学会札幌秋季大会を成功裡に挙行することが出来ました。大変ご苦労様でした。

本年度は通常年の学会活動です。既に、6月11日に研究発表会、7月28・29日に夏季大学が立派に挙行されました。また5月28日にカナダトロント大学Moore博士、7月5日にカナダ大気環境局のStewart博士および7月9日にドイツGKSS研究センターのRaschke博士の特別講演会が北大菊地教授のお世話で開催されました。今後は11月11日に気象講演会、12月7日に研究発表会が予定されています。北海道支部の理事、幹事、事務局をはじめ、学会員皆様の努力によって、これらも着実に実行されて行くものと確信しています。



僭越ですが気象庁のニュースを述べさせていただきますと、気象業務法の一部を改正する法律が5月19日に公布されました。高度情報化社会の要望に答えて、気象庁以外の者が局地予報等気象サービスをすることが出来るようにするために、民間気象事業支援センターと「気象予報士」という国家資格制度を一年以内に開設する運びとなっています。これまで気象庁によって独占されてきた気象予報サービスを一般も出来るようにするという画期的なものです。気象学会活動にも反映されると期待しています。

学会活動の目標は充実した講演および論文発表にあるわけですから、学会員皆様の日頃の調査研究活動を切にお祈りして挨拶に替えさせていただきます。

日本気象学会北海道支部長 久保田 効
(札幌管区気象台)

一解 説①一

静止気象衛星「ひまわり」

札幌管区気象台技術部調査課 大橋 勇 治

1. はじめに

静止気象衛星「ひまわり」の画像は、テレビの天気予報の番組などで放送され、広く国民に利用されている。また、気象衛星はアメダス及びレーダーと並び「三種の神器」に数えられ現在の気象業務にはなくてはならないものになっている。

しかしながら、気象衛星本体、それを運用している気象衛星センターなどの地上施設、及び観測のスケジュールについては一般に知られていない。今回はこのことについて述べたいと思う。

2. ひまわりの歴史

気象衛星は地球の広い範囲の地域を見下ろすことができるので、いくつかの気象衛星を効果的に並べることで地球上をくまなく観測することができる。世界気象機関(WMO)では、気象衛星や電子計算機をフルに活用して気象業務を近代化し、これによって天気予報の精度を向上させるために、世界気象監視(WWW)計画を推進してきた。WWW計画の中で最も重要なものとして、静止気象衛星や軌道衛星をうまく組み合わせることで地球全体を観測する世界気象衛星ネットワークがある(図1、表1)。

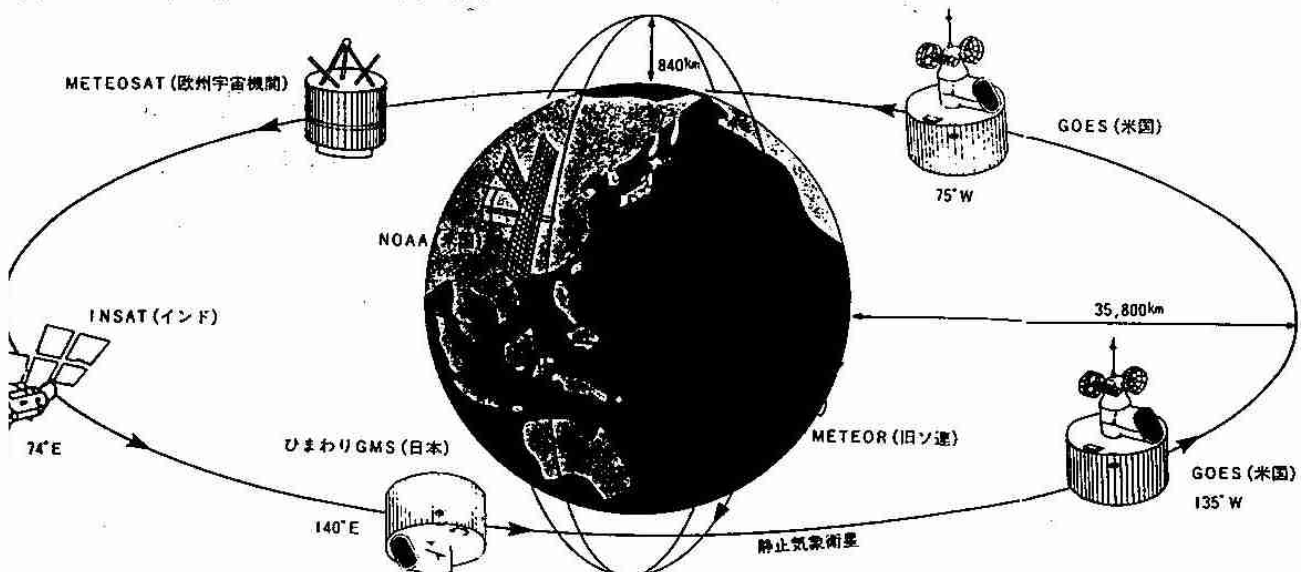


図1 世界気象衛星ネットワーク。

表1 世界の静止気象衛星と担当域。

衛星名	担当国	衛星の監視区域	位置
GMS	日本	西太平洋、東南アジア、オーストラリア	東経140度
GOES	アメリカ	北米大陸西部、東太平洋	西経135度
GOES	アメリカ	北米大陸東部、南米大陸	西経 75度
METEOSAT	欧州宇宙機関	ヨーロッパ、アフリカ大陸	0度
INSAT	インド	アジア大陸中部、インド洋	東経 74度

これをうけ、日本においても衛星が日本の気象監視の上で大きなメリットがあり、かつ国際計画の一環を担うことが非常に有意義であるため静止気象衛星計画を実施することになり、静止気象衛星「ひまわり」(GMS: Geostationally Meteorological Satellite)は1977年7月14日ケープカナベラル(アメリカ)で1号が打ち上げられ同年11月から運用が開始され、現在4号が運用されている。この間、2号が故障のため1号が運用の代行を行ったり、VISSRの障害で画像が取得できないなどの障害もあったが、改良が加えられ、現在に到っている(表2)。

なお、次期5号は1994年1~2月に打ち上げが予定されている。

表2 気象衛星「ひまわり」の打ち上げの日、ロケット及び基地。

	打ち上げ日	打ち上げロケット	打ち上げ基地
GMS	1977. 7. 14	ソーデルタロケット	ケープカナベラル
GMS-2	1981. 8. 11	N-IIロケット	種子島宇宙センター
GMS-3	1984. 8. 3	N-IIロケット	種子島宇宙センター
GMS-4	1989. 9. 6	H-Iロケット	種子島宇宙センター

3. ひまわりの機能

気象衛星の機能としては画像データを取得すること(気象観測)は周知のことであるが、その他に気象観測資料の収集、雲画像の電送によるサービス及び太陽粒子の観測を行っている(図2)。

気象観測

衛星に搭載されている可視・赤外放射計により昼・夜間の雲の分布、地面、海面、雲頂の温度の測定をする。可視については太陽光の最強部分の波長帯(0.5~0.75 μ m)、赤外については大気の窓の波長帯(1.0.5~12.5 μ m)について測定する。これらの観測は原則的に毎時で行う。

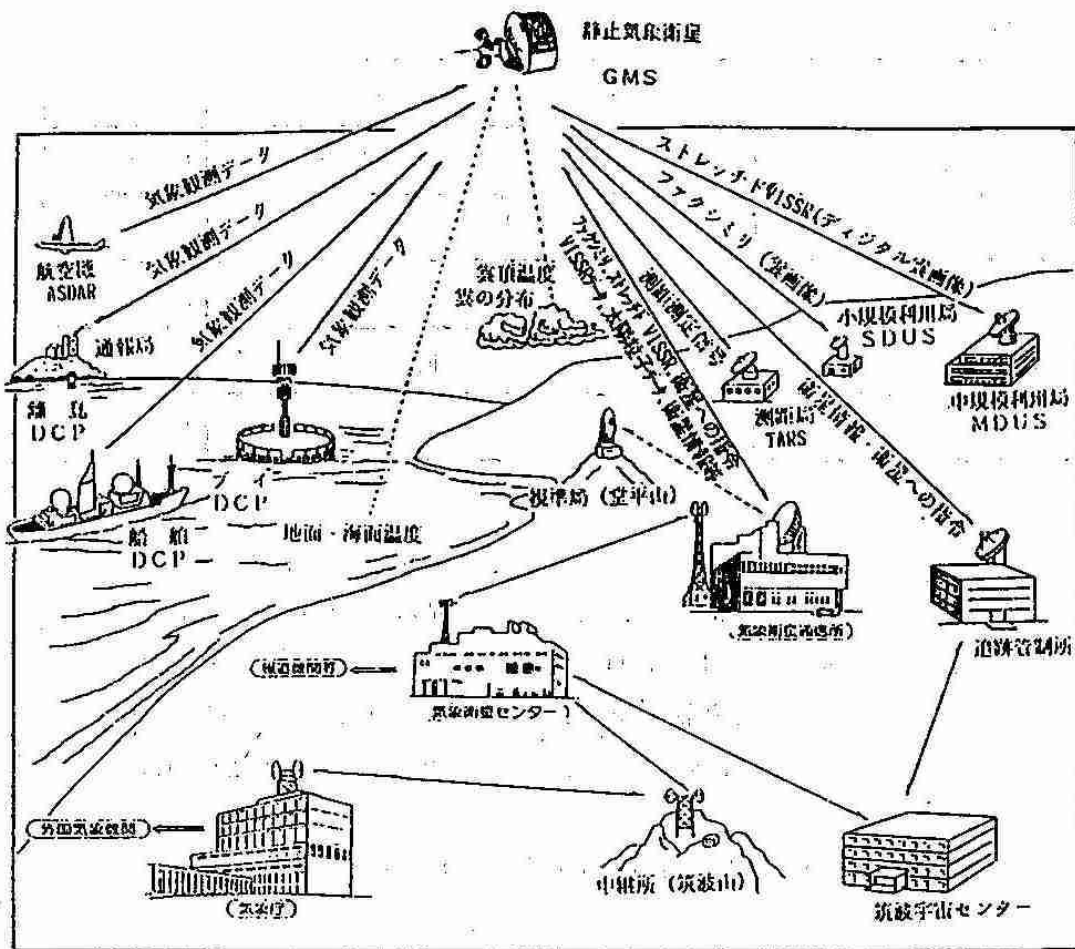


図2 静止気象衛星システム図。

なお、これらのデータを加工することにより、台風・低気圧などの気象現象、雲頂高度、雲量分布及び上層・下層の風向・風速がわかる。

気象観測資料の収集

衛星の通信機能を利用して、航空機、船舶、ブイ、離島などで観測された気象資料を衛星で中継し、気象衛星センターにおいて収集する。

雲画像の電送によるサービス

衛星によって得られた画像データを衛星センターにおいて利用しやすいようにFAXにし、衛星を経由して利用者へ送信する。

太陽粒子の観測

衛星の静止軌道上の宇宙空間に存在する太陽粒子（陽子、 α 粒子、電子）の到来数をそれぞれのエネルギー別に分けて観測する。このデータにより太陽活動の情報を得る。

4. ひまわりの構造 (図3)

衛星は回転部と非回転部から構成されている。回転部は1分間に100回転させることで衛星の姿勢の安

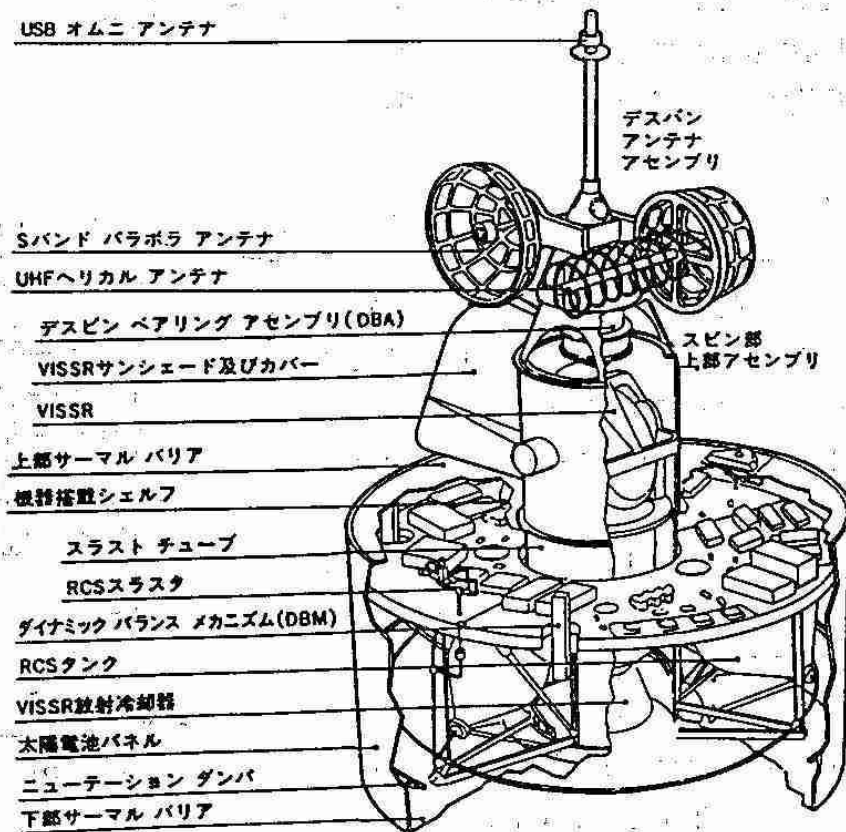


図3 静止気象衛星の概要。

定を保っている。非回転部は主として通信用アンテナからなり、Sバンド、UHF両アンテナ系は、デスピ
ンベアリングアセンブリと呼ばれる接合部の働きにより毎分100回転で逆回転し、結果的には常に地球方
向を指向するようになっている。

また、円筒形の回転部の側面は太陽電池のパネルが張られ衛星の作動に必要な電力を得ている。それ以外
の部分は熱遮蔽板で覆われ、宇宙環境から内部各機器を保護している。

回転部の中心には可視赤外回転走査放射計 (VISSR: Visible and Infrared Spin Scan Radiometer)
が設置されており、それを取り囲むように送受信装置などのサブシステムが搭載されていて、これらの機器
の上方2ヶ所にジェットエンジン、下方3ヶ所にその燃料タンクが配置されている。

衛星の静止位置の保持精度は、東経140度の赤道を中心に、衛星直下点の地表上で緯度方向に±1度、
経度方向に±0.5度に保たれ、回転速度は1分間に100±1回転である。また、スピン軸方向の姿勢保
持精度は±0.5度で放射計の1走査中に±3.5マイクロラジアンである。

構造については図3のようになっているが、ここでは画像の観測系のミッション機器であるVISSRに
ついて述べる(図4)。

VISSRの集光部は、反射望遠鏡になっており光学軸に約45度傾いて走査鏡が取り付けられており、
これが70マイクロラジアンづつステップする。走査鏡が2500ステップして約10度動くことになり、
視野角にして20度の範囲が走査できる。このように南北走査は走査鏡のステップによるが東西走査は衛星

の自転による。走査鏡で反射された地球からの放射エネルギーは、一次反射・二次反射で反射して焦点をむすぶ。第一焦点にはプリズムがあり可視放射エネルギーはそのプリズムに取り付けられている光ファイバーを通して可視感部へ伝達される。赤外放射エネルギーはプリズムを通りぬけて、リレー・レンズを通る。第二焦点には赤外感部がある。

可視感部は光電子増倍管 (PMT : Photo Multiplier Tub) が使われており、0.5~0.75ミクロンの可視波長帯に感じるように作られている。赤外感部は水銀カドニウムテルル (HgCdTe) を用いていて、1.0.5~1.2.5ミクロンの波長帯を受感できる。

各感部の観測範囲及びその並びは図5の示すようになっており、衛星の一回転で可視は4本、赤外は1本の走査線を得られる。可視の瞬時視野角の3.5マイクロラジアンは、衛星直下点の地表で1.25km、赤外で5kmに相当する。

可視及び赤外感部からの出力はアナログ信号なので、この信号をデジタル信号に変え、可視は6ビット (64階調)、赤外は8ビット (256階調) に量子化される。

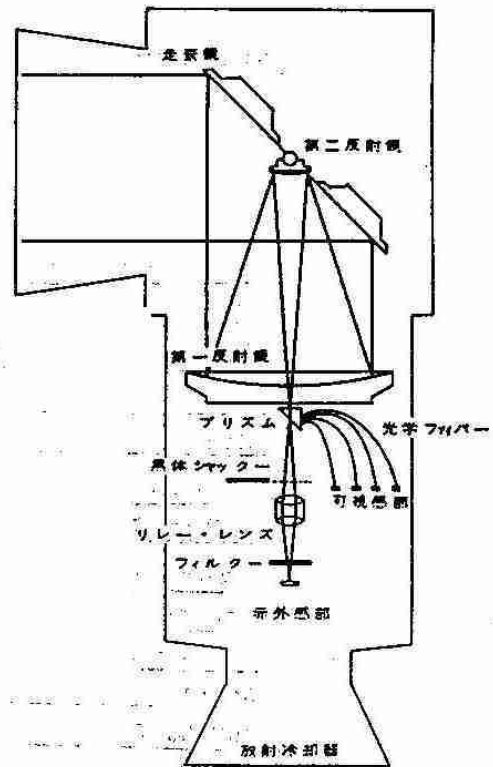


図4 VISSR内部の概要図。

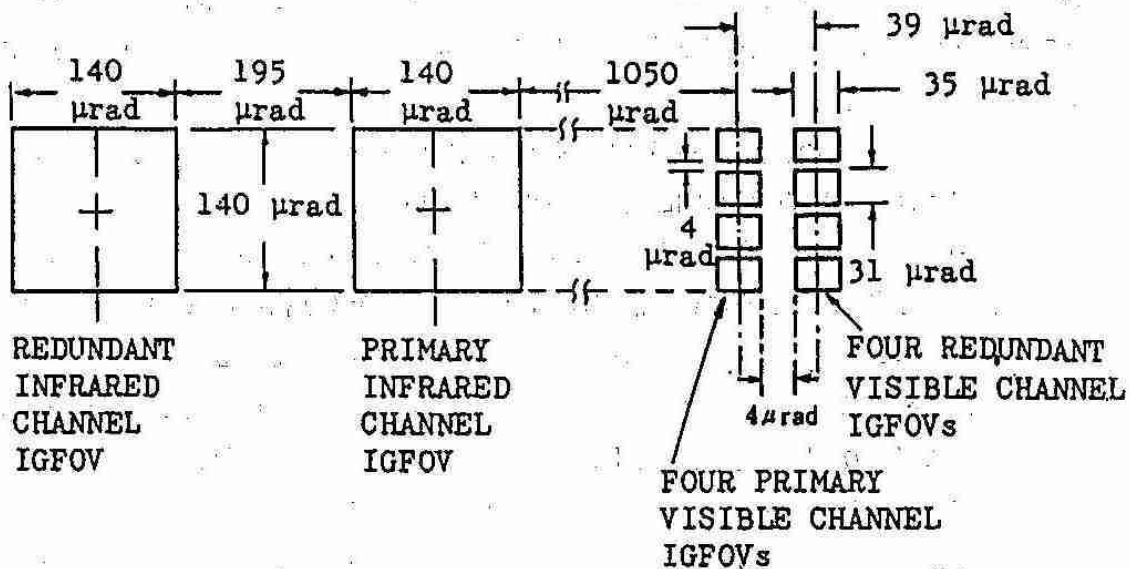


図5 検出器の並び。

5. 地上施設の概要 (図2)

地上施設は衛星から送られてくる地球の撮影画像・観測データから気象資料の作成・配信、および遠隔地

における気象・海洋の観測データの収集を行っている。その目的のため地上には以下のような施設がある。

気象衛星センター

東京都清瀬市にあり静止気象衛星システムの頭脳ともいえる施設。衛星から送られてくる各種気象情報等を電子計算機処理、解析、雲画像のファックス伝送、衛星への観測指令などを行う。

また、NOAAのデータも取得している。

気象衛星通信所

埼玉県鳩山にあり衛星と衛星センターの間にあり、衛星との電波の送受信を行う窓口。衛星からの観測信号や衛星中継による船舶などからの観測資料を受信したり、アジア・西太平洋地域の各国で利用する雲画像を送信したりする。

視準局

気象衛星通信所のアンテナ装置、測距系装置などが正しく作動しているかの試験を行うための施設。

通報局

船舶、ブイ、離島などに設置し、ここで観測したデータを衛星へ送信する施設。

利用局

気象衛星を中継して送信した雲画像（ストレッチドVISSR信号及びファックス伝送信号）を受信して利用する局。

測距局

衛星を正しい位置に保つための施設で、沖縄県石垣島とオーストラリアに設置している。衛星と測距局との間を往復する電波の所要時間によって距離を測る。

6. VISSR観測及びFAX配信スケジュール

VISSRによる画像データ取得とそれを利用したFAX配信のスケジュールは予め計算機に登録しておき、自動で起動できるようになっている。スケジュールには通常運用スケジュールと特別運用スケジュールがある。

通常運用スケジュール

VISSR観測は毎時間全球観測を正時の約30分前から25分間で行い、その間00UTから6時間毎に風観測として4回の全球観測を正時から25分間で行う。このことから観測は一日に28回行うことになる。

また、衛星を経由してのFAXはH-画像（北緯60度で日本付近を中心にポーラステレオ地図へ赤外地球画像を投影したもの）、I-画像（北緯60度で日本付近を中心にポーラステレオ地図へ可視地球画像を投影したもの）を毎時間配信する（夜間はI-画像ではなく赤外強調画像のJ-画像）。ただし、風観測中はH-画像のみの配信になる。

特別運用スケジュール

食運用スケジュール

衛星の場合、食とは衛星が地球の影に入り太陽光が当たらない現象を言い、春分・秋分を中心に約40日程度続く。この期間日本時間の夜中の0時(15 UT)を中心に最大で約70分間、衛星の太陽電池パネルに太陽光が当たらないため、太陽光が当たる日中に充電しておいた電力で最低限の維持を行う。このため、この期間中14 UT、15 UTの観測を中止し、16 UTの観測、FAX配信も遅らせて行う。

太陽妨害運用スケジュール

太陽妨害とは、太陽-衛星-気象衛星通信所のアンテナが正対するため、太陽雑音の影響で衛星の信号を受信出来なくなる現象をいい、春分・秋分の頃約6日間(0220~0300 UTの時間帯)づつある。この場合、03 UTの観測を中止する。

台風臨時運用スケジュール

台風臨時観測がある場合は、04 UTの全球観測を北半球観測のみの観測にして所要時間を半分にし、この間に続けて2回の観測を行い、かつ0400 UTからも15分間北半球観測を行い、続けて3回の北半球観測を行う。

保守運用スケジュール

地上機器の保守を実施する場合は、02 UTの全球観測を北半球観測に変更する。

7. 終わりに

ひまわりは、原理的には1号からそれほど変わっていないが、新しい衛星になるたびにたえず改良が加えられてきている。今度1994年の1~2月の予定で5号の打ち上げが計画されている。

5号は従来の衛星のVISSRの検出器が可視、赤外の各2チャンネルだったのに対し、可視1チャンネル、スプリットウインドウ(赤外2チャンネル)、そして水蒸気チャンネル1チャンネルの計4チャンネルになる。

このことにより、従来から行われてきた海面水温、上層・下層雲の判別及び雲解析情報図の精度の向上が見込まれる。また、上層水蒸気量及び可降水量等の利用の拡大が図られる。

このようなことから今後、益々衛星を活用した気象資料の精度の向上、利用の拡大が期待できると思う。

参考文献

気象衛星センター技術報告、特別号、気象衛星システムの概要(気象衛星センター1986)。

気象衛星資料の手引き(気象衛星センター1988)。

気象衛星センターパンフレット。

気象衛星用語集(気象衛星センター1983)。

GMS-5 SOOH(宇宙開発事業団)。

一解 説②一

道 路 防 災 と 気 象

北海道開発局開発土木研究所道路部防災雪氷研究室 石 本 敬 志

1. は じ め に

旅客、貨物、いずれも、北海道内の全輸送量に占める自動車輸送量の分担率は90%¹⁾前後であり全国平均より高い。広域分散型社会の典型とも言える、北海道を支えている道路を自然災害から守るため、種々の気象統計値はもとより、リアルタイム気象データをも利用して道路の安全性を高めることが期待されている。どんな気象データが道路との関わりで、どのように利用されているかを紹介すると共に、今後の方向についても述べてみたい。

2. 気象統計値と道路

この原稿を準備している時、北海道南西沖地震があった。翌日の朝には、開発土木研究所からも、いくつかの調査グループが現地に向かった。半年前には釧路沖で大きな地震があり、道東を中心に道路も被害を受け、現在、国道の未開通区間はなくなったが、完全な復旧は年を越える。南西沖地震でも、落石対策としての覆道をはじめ、橋、道路の盛土などが大きな被害を受け、いまだに国道の未開通区間がある。地震について、過去の地震動強度の地域区分や、各種構造物の重要度を考慮して、耐震設計についての考えが整理されている²⁾。橋などの主な構造物には、強震計が設置されており、大きな地震の後で解析され、将来、耐震対策を改善してゆく基礎資料となっている。過去の北海道周辺の地震から地震動の距離減衰式を用いて、ある地盤を想定した時の影響を全道的に調べる仕事も進んでいる³⁾。このように、点ではなく、線、あるいは網としての道路は自然環境と不可分の関係がある。

本来の気象統計値に話を戻すと、気温が高い本州の道路や飛行場の滑走路に使われているアスファルトは、流動を防ぐため、硬さの指標である針入度が小さい。また、道路の凍結抑制舗装厚は、積算寒度を指標にしている。また、道路の排水施設は、確率降雨強度を考慮する⁴⁾など、例を挙げればきりが無いほど、道路を作る上で気象条件が関与している。そこで新たな道路が計画されると、道路周辺の気象条件が調べられる。気象庁が整備している各種気候値はもちろん、それらを1km毎に加工したメッシュ気候値は我々道路防災を検討する者にも大変貴重であり、日常的に利用させていただいている。

ただ、気象官署のデータしか使っていないので、その限界をわきまえて利用しなければならない。例えば、長期間の平均気温は標高補正などで概ね妥当であるが、最低気温はそうならないことがある。メッシュ気候値の最低気温で数度の差がある中山峠と石狩について、雲で被われることの多い山岳部を通る中山峠は、10

分平均の冬の最低気温が、ここ数年 -20°C 以下になっていない。一方、放射冷却で冷える石狩は、場所によって一冬に何度か -20°C 以下になることがある。広域の路面状況と気象条件を議論する際、気をつけねばならないことである。降積雪についても、道路の雪対策の基本資料として、降積雪の再現期待値が計算されるが、その際もアメダス資料では欠けることの多い峠山間部のデータを補うため、全道数十箇所の道路気象テレメータや、除雪センターの資料が利用される⁹⁾。異常気象時の道路管理に使うだけでなく、貴重な実測値としてデータの質と保存方法に特段の配慮を払うべきだと考えている。

本州と比べ、気温が低いので吹雪による通行規制が多いのが北海道の国道の特色である。たとえば、既存の気象条件から吹雪による障害が予測される地域では、既存林を道路防雪林として利用する方策が考えられたり、吹雪の影響を受けにくい道路構造が検討されたりする。具体例の一つは、雪国の道路が、除雪の為の堆雪余裕幅を確保しているので雪の影響を受けない地方より、幅員が広がっていることなどである。現在、20年ぶりに道路構造の根幹である、道路構造令の見直しが進められており、雪国の実態が反映されるよう我々も努力しているところである。

3. 北海道の国道における通行規制実態と最近の気象条件

北海道の国道の、主な通行規制要因となっている吹雪、雪崩、落石・土砂崩壊による年間通行規制件数を、1971年から1990年までまとめたのが図1⁶⁾である。防災対策の充実により、通行規制の総件数は減っている。雪に関する通行規制は、雪崩と吹雪であるが、中でも吹雪による規制件数は、依然として多く、最大の冬期交通障害要因となっている。図2に、吹雪による通行規制件数の月別頻度を示したが、1月から2月にかけての厳冬期に、頻度がその年の最大になるとは限らない。図から判るように、初冬、晩冬に吹雪による障害が多い年もある。こうした、季節はずれの吹雪は、北海道付近を、低気圧が台風なみに、発達し

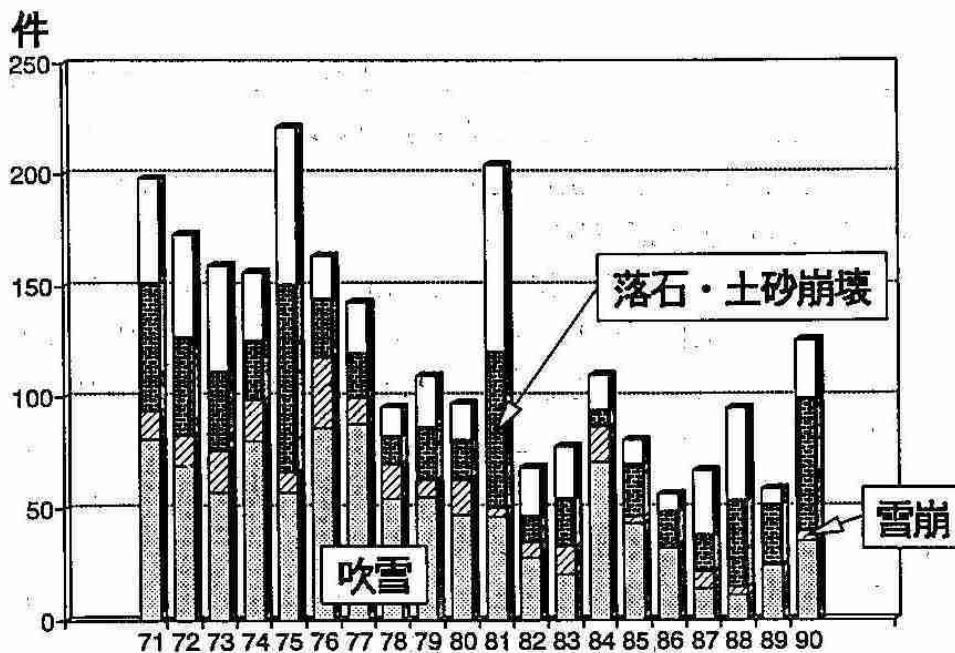


図1 道内国道の通行規制件数の推移

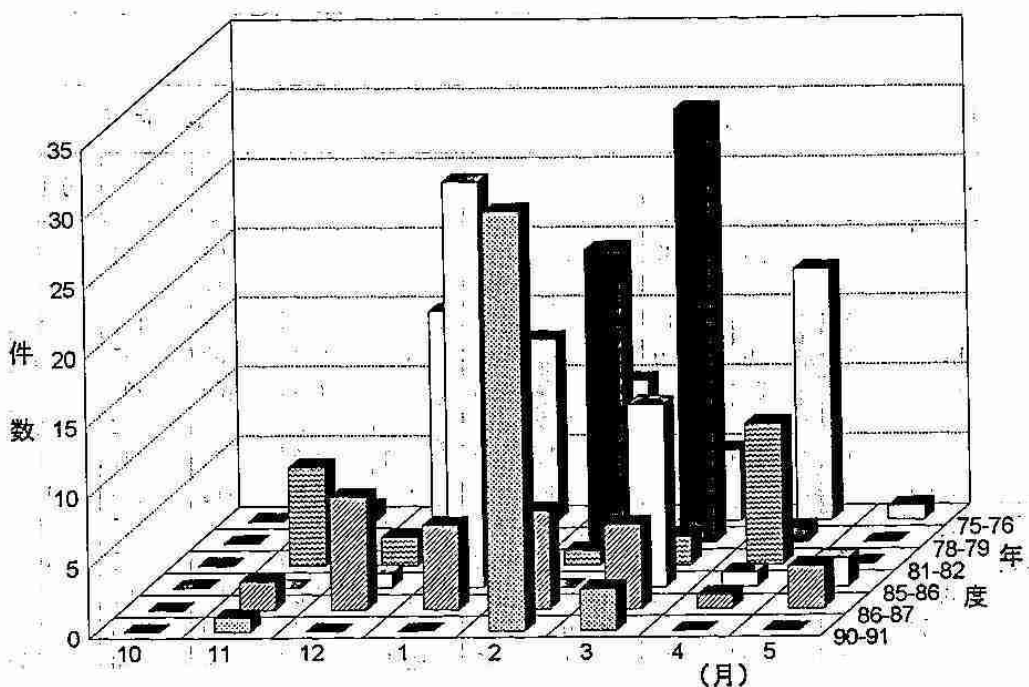


図2 道内国道の月別通行規制の推移

ながら通過することによる場合が多い。季節はずれであるが故に、厳冬期以上に注意を要する側面を持っていることを忘れられない。図からもわかるように、吹雪による通行規制は最近確実に減っている。しかし、1991年2月中旬には、低気圧による吹雪が北海道を襲い、道東を中心に一般国道16路線、39カ所、道々155路線、169区間が通行止めになった。この時は、道路だけでなく、航空路、鉄道など全ての交通機関が大きな影響を受けている。冬の初めや終わりころに、北海道周辺で発達する低気圧は、北海道周辺に来る台風より中心示度が低いこともあり、季節外れの猛吹雪が道路に限らずあらゆる交通手段に影響を与えている。

最近の気象状況でも吹雪対策が必要なことを示す事例である。1992年3月17日朝、風は弱かったものの、降雪を伴う中、186台の車が断続的に衝突し、2名の死者、106名の負傷者を出す国内最大規模の交通事故があった。短時間ではあったが、札幌市のSネットのレーダで局地的な強い降雪の推移がとらえられ解析されている⁷⁾。今後は、これらの成果を予知へと結び付けられるよう幅広い協力体制を充実させる必要がある。

近年の暖冬傾向と言われる状況を吹雪との関連で具体的に知る目的で、表1に道内気象官署の寒候期(12~3月)の気温、風速、積雪深について、92年度まで最近3年度と90年度までの平年値を比較して示した。気温については、室蘭の90年度を除いて全て高く、確実に全道的に暖冬であると言える。しかし、風は弱くなっておらず、積雪も少なくなっているわけではない。積雪は道東・オホーツク海岸沿い、道南でやや少ない地域の特徴が見られるものの、道北、道央地域では、平年値より多い場所もある。暖冬で、雪粒子相互の付着力が小さくなることはあっても、本州のように雪が雨になるには至らず風や積雪状況に大きな変化がなく、この程度の暖冬では、今後も吹雪対策を欠くことができない。しかし、暖冬の程度によっては

表1 道内の気象官署における最近3年間の気温、積雪深、風速と平年値の比較。

地 点	日最大風速10m/s以上の日数				日 平 均 気 温 (°C)				年 最 大 積 雪 深(cm)			
	平年値	90	91	92	平年値	90	91	92	平年値	90	91	92
稚 内	36.8	38	29	31	-3.7	-2.9	-2.5	-1.9	95	114	77	76
北見枝幸	5.2	8	2	6	-5.0	-2.3	-3.6	-3.0	117	95	96	99
羽 幌	12.2	25	18	13	-3.5	-2.6	-2.3	-2.0	108	111	91	103
雄 武	13.1	17	9	9	-5.4	-2.5	-3.9	-3.3	82	45	42	61
留 萌	48.5	38	39	50	-3.1	-2.3	-2.1	-1.5	109	104	66	88
旭 川	0.2	-	-	-	-5.7	-4.8	-4.4	-3.8	94	72	95	80
網 走	13.3	15	11	16	-4.7	-3.8	-3.3	-3.0	59	42	45	58
小 樽	4.0	10	-	8	-2.0	-1.3	-1.2	-0.6	114	123	110	123
札 幌	0.8	-	-	3	-2.5	-1.7	-1.2	-0.6	100	125	66	95
岩 見 沢	9.3	11	10	8	-4.1	-3.2	-2.9	-2.4	123	85	105	116
帯 広	3.0	-	-	2	-5.3	-4.4	-4.2	-3.5	61	96	39	55
釧 路	18.5	17	9	16	-4.0	-3.2	-3.2	-2.3	40	63	28	32
根 室	26.8	31	38	55	-3.1	-0.5	-2.1	-1.4	30	38	56	12
寿 都	71.2	10	5	14	-1.3	0.3	-0.6	0.1	78	94	78	66
室 蘭	53.4	57	35	46	-0.9	-1.1	-0.2	0.2	30	15	20	30
苦 小 牧	35.8	7	5	10	-2.7	-0.6	-1.8	-1.0	31	28	20	24
浦 河	61.5	58	58	59	-1.5	0.2	-0.7	-0.3	21	46	20	12
江 差	80.5	88	73	79	0.1	1.8	1.3	1.6	42	19	23	21
函 館	4.0	3	-	26	-1.6	-0.8	-0.3	0.1	44	32	34	38
倶 知 安	1.5	-	4	11	-4.5	-2.6	-3.4	-2.6	200	173	159	179
紋 別	18.4	20	12	14	-4.6	-1.9	-3.4	-2.7	70	32	45	45
広 尾	7.9	11	4	8	-3.2	-1.4	-2.4	-2.0	94	131	54	96

道路への新たな影響も懸念される。積雪沈降圧の増大がガードレールや橋の欄干などの構造物に与える影響、滑りやすい路面の増大、斜面積雪の不安定化などが、どの程度に及ぶか注意を払っているところである。

4. リアルタイムデータの利用に向けて

道路を作る為だけでなく、災害の未然防止のため落石・土砂崩壊と過去の雨量との関係から一般国道では、連続降雨量が一定値を越えると、災害の未然防止を目的に通行を規制する区間が設けられている。該当区間の道路では、規制区間であることを示す表示が掲げられている。警報が出る程度の気象条件になると、道路管理担当者は、時に昼夜を分かつたず災害の未然防止のために働いているのが実態である。こうした降雨量などの、局地的気象条件を実時間で把握するため、道路気象テレメータが、峠山間部などに設置されている。また、滑りやすい路面の出現や、雪氷路面上での交通事故の規模が大きくなる傾向があり、単に通行可能であるだけでなく、より高い安全性が道路にも求められるようになってきている。車を運転するために最も重要なのは視覚情報であるが、この視覚情報の円滑な取得を妨げるのが視程障害である。視程障害が車の速度に及ぼす影響を調べるため、霧や吹雪による視程障害が起きている中山峠の、路側に設置した反射型視程計によ

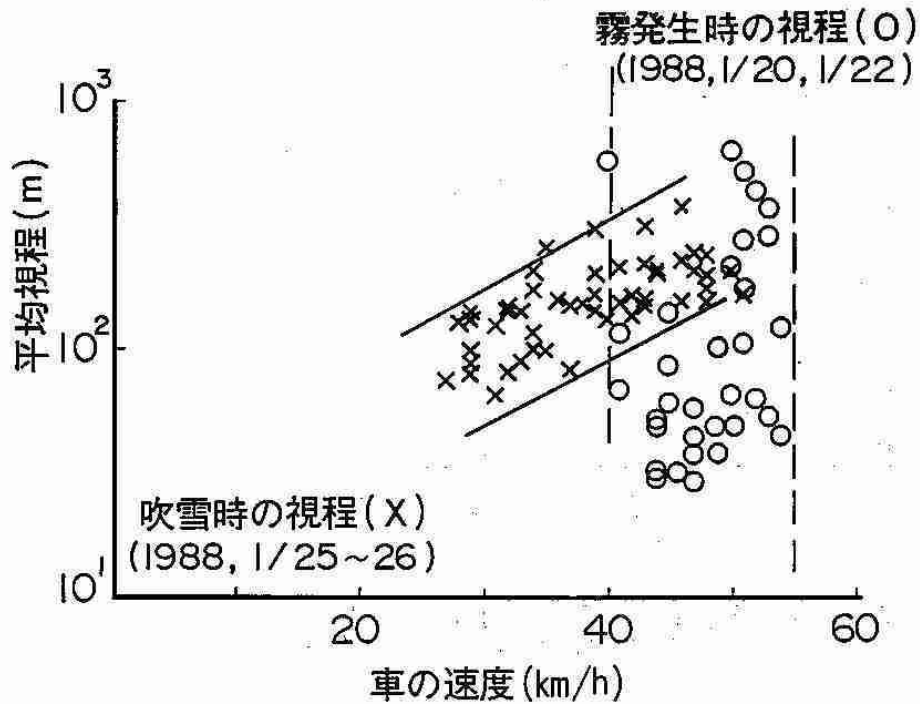


図3 霧と吹雪による視程障害時の平均車速 (10分)

る10分平均の視程と、車速の関係をしらべた結果を、図3に示した。路面状況は、霧の場合も吹雪の場合も、圧雪であった事が道路パトロールで確かめられている。図より明らかに、霧による視程と車の速度には相関がなく、信頼度90%の相関係数は、0.25から0.27である。霧が発生している状況で、視程30mでも、車は50km/h近くで走っている。一方、吹雪による場合、信頼度90%の相関係数の範囲が0.64から0.65であり、相関がある。更に、視程が100mを切ると、車の速度は、20~40km/hに落ちている。霧に比べ吹雪では、視程の変動周期が速く、変動幅が大きい。この、速い大きな変動が、平均視程の割に、吹雪が車速により大きな影響を与えている理由である。吹雪による視程障害を緩和するため、防雪林や防雪柵などが用いられ、事故多発区間の汚名を返上した箇所も多い。峠山間部などに設置されている視程計による観測結果は、情報板や路側放送等でドライバーに伝えられているほか、音声応答など伝達手段の多様化、障害の予知についても研究が進められている。風の予測が精度良くできると吹雪の予測も可能になると思われる。現在では、新たな道路が計画される時点から、あらかじめ雪による障害のない道路構造が検討されるようになってきている。

霧や吹雪だけでなく、車の雪煙も視程障害を引き起こす⁶⁾。図4に大型車による雪煙の発生状況、図5に中央分離帯に設置した視程計により観測した大型車と小型車による雪煙による視程の変化状況をそれぞれ示した。図4の写真でガードロープの影が道路上に見えることから判るように、晴天で路上にわずかでも雪があると雪煙が舞い上がる。同じ大型車でも空気抵抗が少ないよう工夫された車では、雪煙による視程障害が改善される。図6の左が改造していない車、右が改造された車による雪煙である。各々後続走行した吹雪

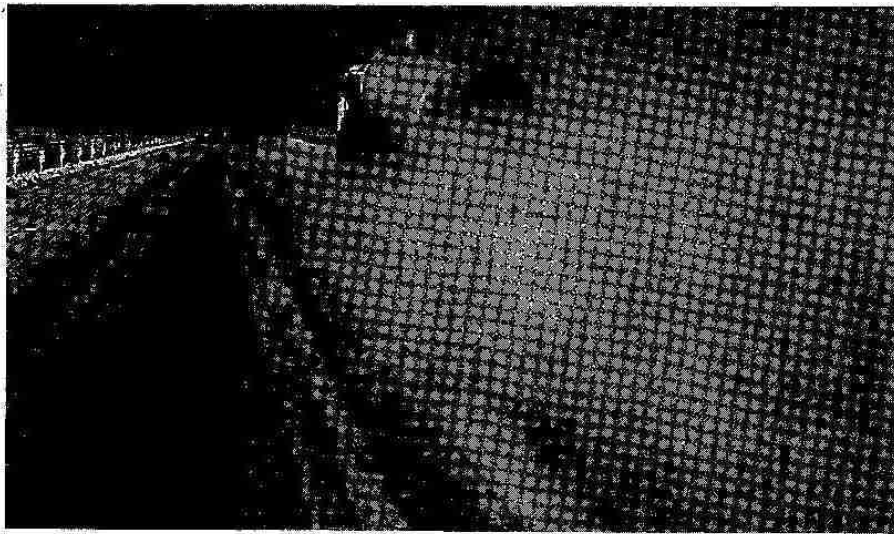


図4 大型車による雪煙発生状況.

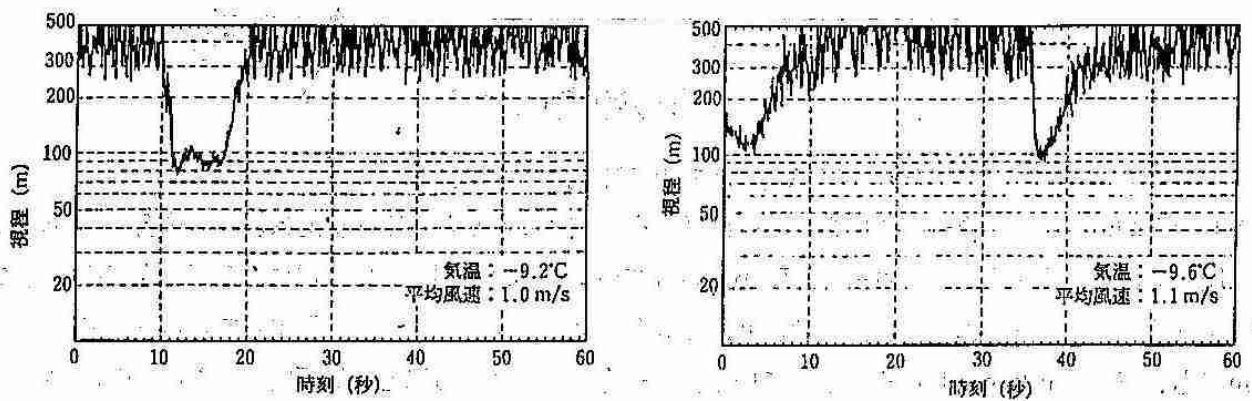


図5 大型車と小型車の雪煙による視程変化の違い.

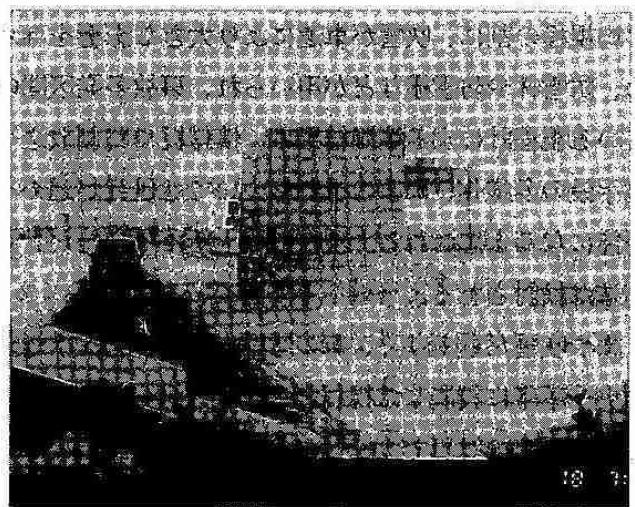
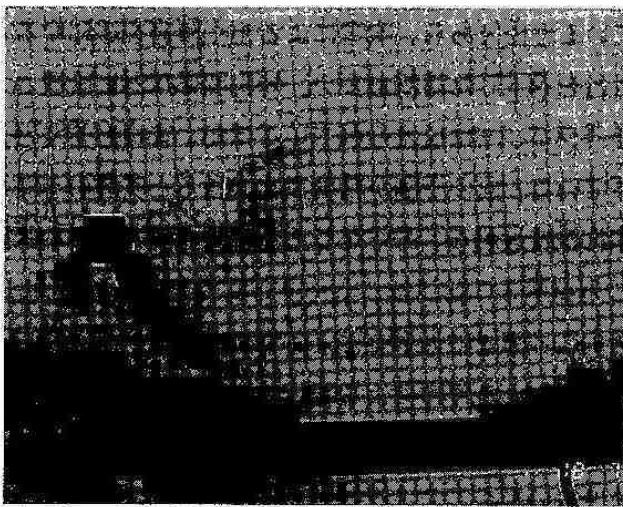


図6 改良されていない車(左)と空気抵抗が少ないよう改良された車(右)の雪煙.

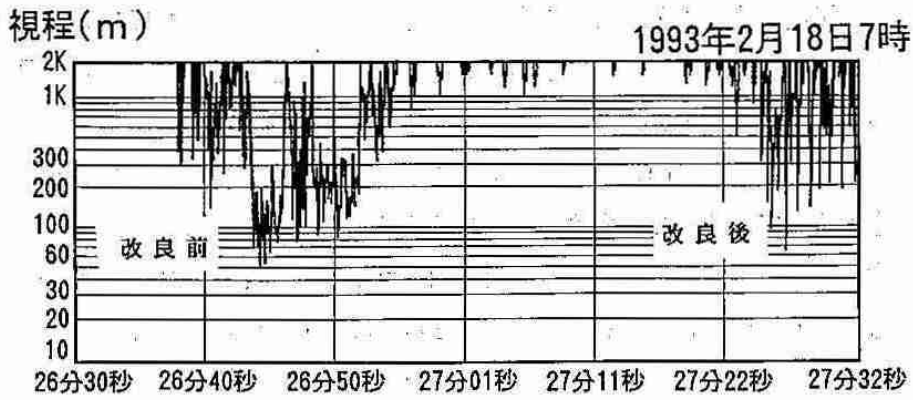


図7 改良前(左)と改良後(右)の大型車による雪煙:

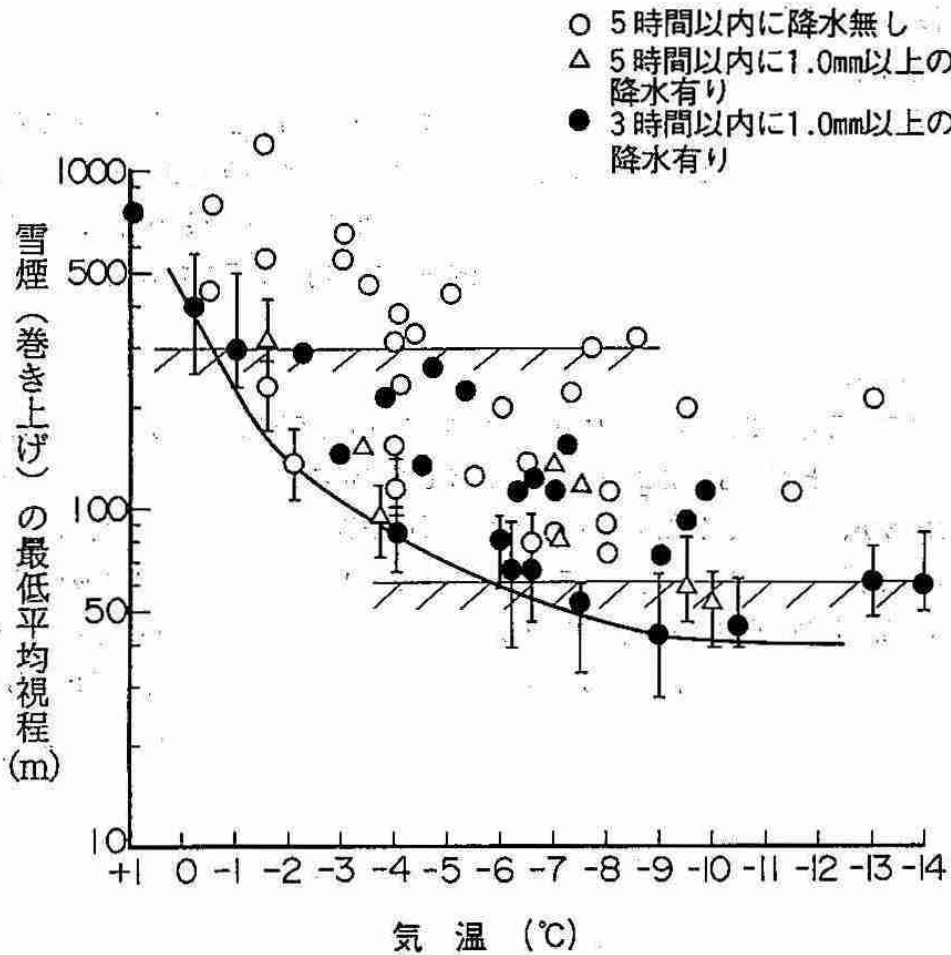


図8 雪煙発生条件.

観測車による視程減衰状況を図7に示した。こうした雪煙の発生条件が図8⁹⁾であるが、気温が低いほど雪粒子相互の付着力が弱くなり路面の雪は舞い上がりやすくなる。降雪や気温などから雪煙発生の可能性を予知することも技術的には可能である。

日本だけでなく、欧米でも冬期路面管理にリアルタイム気象データを使って、安全で効率の良い路面管理をめざした研究が進められている。たとえば、イギリスでは、路面の上にてできる霜をも含む路面凍結を予測するモデルを比較するなどの研究を進めている。道路固定点での路面凍結検知、熱収支の研究を凍結予測へと発展させる研究も内外で進められている。長波輻射を対象に、道路の持つ熱環境を種々の条件下で調べ、調査対象路線全体の凍結しやすさをリアルタイム気象データとあわせて路面凍結を予知するサーマルマッピングと呼ばれる技術がスウェーデンと英国で各々独立に開発された¹⁰⁾。欧米各地での実績はあるが、降雪量が多い日本で使うには独自の利用法を開発する必要があり、一般国道230号の喜茂別～石山間を対象に一冬を通した調査を行い、同一路面とみなせる区間及び道路構造と路面状況の関係等を明らかにした。

昨冬の初め、札幌をはじめとして滑りやすい路面の出現頻度が多かった。原因の解明と対策が求められており、関係機関が密な連絡をとりながら昨冬行った調査をとりまとめているところである。凍結防止剤を使用し、雪のない路面管理を行ってきた欧米の一部では、地下水にそれらの薬剤が含まれるなどの影響が出ている。少ない凍結防止剤を効率良く利用するには、路面に一樣に散布でき、飛散を防げるため、顆粒状ではなく液体の状態を使うことが推奨されている。また、条件によっては、砂や細かい碎石の利用が必要であるほか、圧雪や凍結路面の出現する1～3時間前に散布することで大きな効果が期待できる¹¹⁾。そのためには、降雪や路面凍結の予知が必要でリアルタイム気象データの利用が不可欠である。

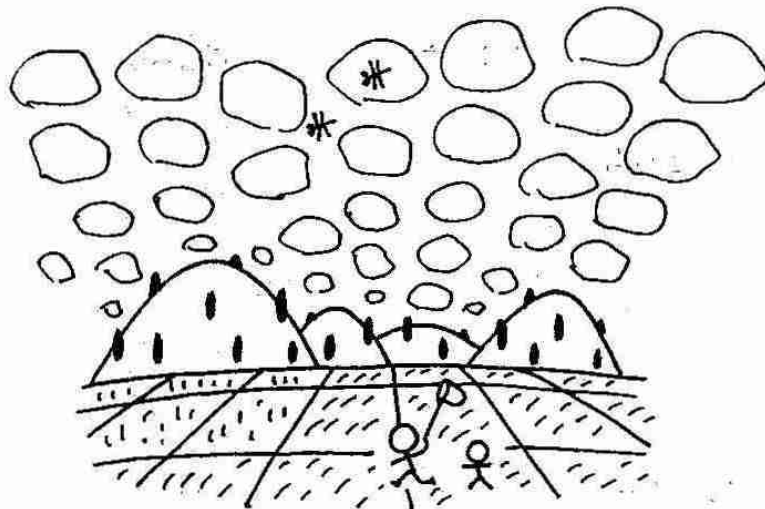
5. 今後に向けて

吹雪対策は道路の防雪対策で、ほぼ完全に対処できる。しかし、雪煙は気温が低く路面にわずかでも雪があり高速で車が走ると、どこでも発生し、道路構造だけで対処することはできない。雪煙を防ぐために車体の改良が有効であるが、費用がかかる。その改良効果も車の空気抵抗が速度の二乗で効くため、車の速度が1割も速くなると無くなる。逆の言い方をすると、車の速度が1割遅くなれば、雪煙の発生を大幅に減らせるとも言える。凍結防止剤の使用による、つるつる路面对策も安全を得られるかわりに、費用はもちろん、車や環境への影響などを考慮しなければならない。道路雪氷対策も国により自然環境はもちろん、社会的背景が異なるため、一樣ではない。全ての人々が事実データを共有し、より安全な冬道をめざし、冷静な議論を経て社会的な合意を見い出したいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 北海道開発政策研究会, 1991:開発要覧, (財)北海道開発協会, 246-249.
- 2) (財)日本道路協会, 1990:道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, 丸善.
- 3) 加治屋安彦, 1992:道路網の耐震性評価に関する研究, 開発土木研究所月報 No. 466, 17-25.
- 4) (財)日本道路協会, 1987:道路土工排水工指針, 丸善.

- 5) 加治屋安彦, 1992:最大日降雪深の再現期待値分布図について開発土木研究所月報 No. 472, 39-46.
- 6) 加治屋安彦, 1992:北海道の道路網に関する研究, 第35回北海道開発局技術研究発表会講演概要集, 49-52.
- 7) 菊地勝弘, 菊地理, 金村直俊, 藤井雅晴, 1993:1992年3月17日 道央自動車道衝突事故時の気象特性, 北海道地区自然災害科学資料センター報告 vol. 8, 31-45.
- 8) 石本敬志, 福沢義文, 奥谷智博, 竹内政夫, 1992:車の雪煙による視程障害と道路構造, 開発土木研究所月報, No. 475, 17-25.
- 9) 福沢義文, 竹内政夫, 石本敬志, 奥谷智博, 1991:自動車の走行による雪煙の発生と気象条件, 平成3年度日本雪氷学会予稿集, p. 58.
- 10) A. H. Perry and L. J. Symons, 1991: Highway Meteorology, E&FN SPON, 59-62.
- 11) スェーデン道路庁(北海道開発局開発土木研究所訳), 1992:より少ない塩による効果的な路面凍結対策概要版, (財)北海道道路管理技術センター.



—発表会要旨①—

平成5年度第1回支部研究発表会要旨

日時：平成5年6月11日（金）
場所：北海道大学理学部3号館地球物理学教室
3-401講義室

1. ふるいで発見された酸性雪における雲粒の役割.....	20
北大・低温研	遠藤辰雄
北教大	高橋庸哉
金沢大	村本健一郎
"	中川千枝
2. 北海道における季節気温の変動周期と循環場の特性.....	22
札幌管区气象台	若原勝二
3. オホーツク海の海氷が冬季北海道の気温変動に及ぼす影響.....	24
北大・低温研	本田明治
"	若土正暁
4. 降水量と降雪量の関係について.....	26
札幌管区气象台	中山 寛
"	山内博行
5. 北海道西海上小低気圧の発達過程.....	28
—1992年1月22日～24日の事例解析—	
札幌管区气象台	上田崇裕
"	久保一夫
"	若原勝二
"	大橋雅寿
6. 冬期季節風の吹き出し方向に直交する筋状雲のメソスケール構造.....	30
北大・低温研	佐藤晋介
名大・水圏研	藤吉康志
「都市豪雪」研究グループ（代表者：北海道大学 菊地勝弘）	
7. 層積雲の雲頂構造とその放射特性.....	32
北大・環境	落合 治
"	菅野正人
北大・理	菊地勝弘
"	遊馬芳雄
東北大・理	田中正之
"	早坂忠裕
名大・水圏研	武田喬男
"	藤吉康志
8. NOAA/AVHRRを用いた北海道西岸帯状雲の雲頂構造の解析.....	34
北大・環境	勝俣昌己
北大・理	上田 博
"	菊地勝弘
北海道大学理学部レーダー観測グループ	
9. TOGA-COARE、マヌス島レーダー観測概要.....	36
北大・理	上田 博
北大・低温研	竹内謙介
東大・気候システム	住 明正
名大・水圏研	藤吉康志
J-COAREマヌス島レーダー観測グループ	
10. TOGA-COARE、マヌス島レーダー観測.....	38
—1台のドップラーレーダーで見たエコーの特徴—	
北大・理	高橋暢宏
"	上田 博
J-COAREマヌス島レーダー観測グループ	

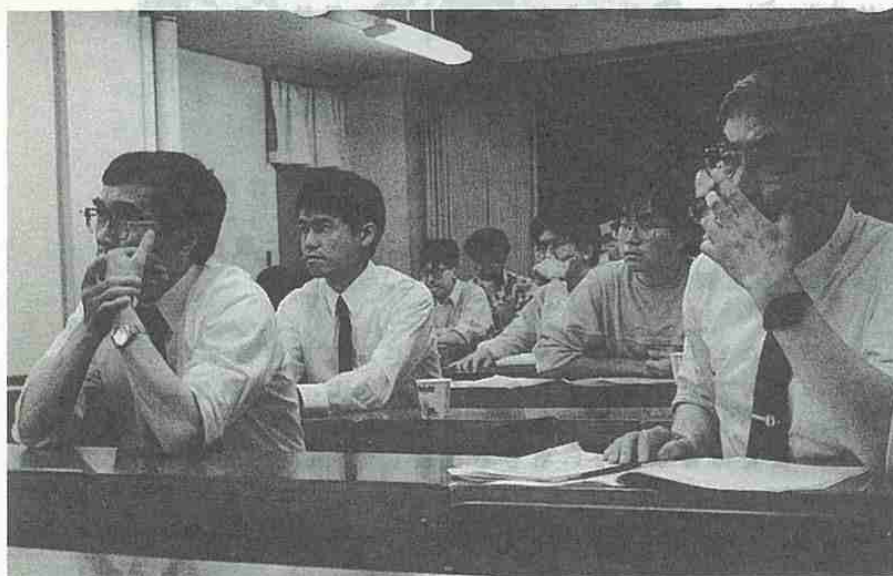


平成5年度第1回支部研究発表会

◀研究発表 上田崇裕会員



◀研究発表 落合 治会員



◀研究発表会場風景

1. ふるいで発見された酸性雪における雲粒の役割

遠藤 辰雄 (北大・低温研) ・高橋 庸哉 (北教大)
村本健一郎・中川 千枝 (金沢大)

1. はじめに

本研究の目的は降雪の酸性化における雲粒の役割を降雪粒子の観測から解明しようとするものである。これを解析的に求めるために、ふるいを用いて完全なあられとその他に区分して降雪粒子を採取し、雲粒捕捉様式の異なる因子を大まかに分別した。

Parungo et al. (1987)はコロラドで観測を行い、雪結晶のpHは5.5より大きく、濃密雲粒付結晶では5.0より小さいことを見いだした。これは、氷の結晶格子に異物が極めて入り込みにくい性質があるため、雪の酸性化は酸性物質を取り込んだ過冷却雲粒の捕捉によると考えられた。Collett et al. (1991)は雲粒捕捉の割合が増加するとイオン濃度が増加することを見いだしている。これに対して、雪結晶による酸性ガスの取込みに関する最近の室内実験から、SO₂の取込みは雪結晶の成長時や疑似液体層が存在する0℃付近で著しく、H₂O₂の存在で強められることが示されている(Mitra et al., 1990)。また、HNO₃についても取込まれやすいとされている(Mitra et al., 1992)。

2. 観測方法

1992年1～2月に石狩湾周辺で行われた降雪雲の発生・発達機構に関する集中観測の際に、低温研ドップラレーダが設置された石狩町美登位で降雪粒子を1時間内外の間隔で採取した。観測点は札幌の北北西20kmに位置し、周囲には人家等は殆どない。試料の分析項目はpH・導電率測定及び化学分析(SO₄²⁻・NO₃⁻・Cl⁻・NH₄⁺・Ca²⁺・Mg²⁺・K⁺・Na⁺)である。また、降雪粒子に関しては次の事項を連続的に観測した：a)降雪粒子の形態；b)粒子の大きさ・落下速度・空間数密度；c)降雪強度。また、レーダ・ソーダや雲粒子ゾンデなどのデータを参照した。

降雪粒子を採取する際にあられが含まれている場合にはふるい分けを行った。図1はその例である。ふるいの中に残ったのはあられで、ふるわれたものは雪の結晶・雲粒付雪結晶及びふるいの目を通った雲粒付雪粒である。雲粒の役割をみるために雲粒の寄与がない場合も含めて解析した。

3. 結果と考察

(1) 気相成長の場合～雲粒の寄与なし～

雲粒捕捉が殆どない場合でもpH4.0～4.3で、高い酸性度を呈した。nss-SO₄²⁻とNO₃⁻を比較して、後者の方が取り込まれていた(当量濃度比：3～6倍)。この場合に酸性化に寄与するのはNO₃⁻ばかりでなく、nss-Cl⁻も重要であることがわかった。

(2) 雲粒捕捉成長の場合

ふるいによりあられとその他に分離したところ(図2参照)、pHに当初期待通りの有意な差が見いだされた。すなわち、あられの方が酸性度が高かった。しかし、NO₃濃度についてはその他の方が高かった。これは、その他の方が落下速度が遅く、HNO₃ガスに晒される時間が長いと考えられる。また、雲粒の寄与がない場合と比較して、nss-SO₄²⁻が多く取り込まれていた。この場合に、ドップラレーダVAD法で求めた風向はほぼ北西で、汚染物質の長距離輸送の可能性がある。

4. まとめ

降水の酸性化機構を解明するために、降雪粒子をふるいであられとその他に分別し、pH測定や化学分析を行った。ふるい分けによって、雲粒捕捉様式の違いによる酸性度に顕著な差が見いだされた。

謝辞： 試料分析では金沢大学環境保全センターの御支援を頂いた。また、レタ・テタの解析は北大・低温研の佐藤晋介・牛山朋来氏による。



図1 降雪粒子のふるい分け例：ふるい中に残ったもの(上)とふるい落ちたもの(下)

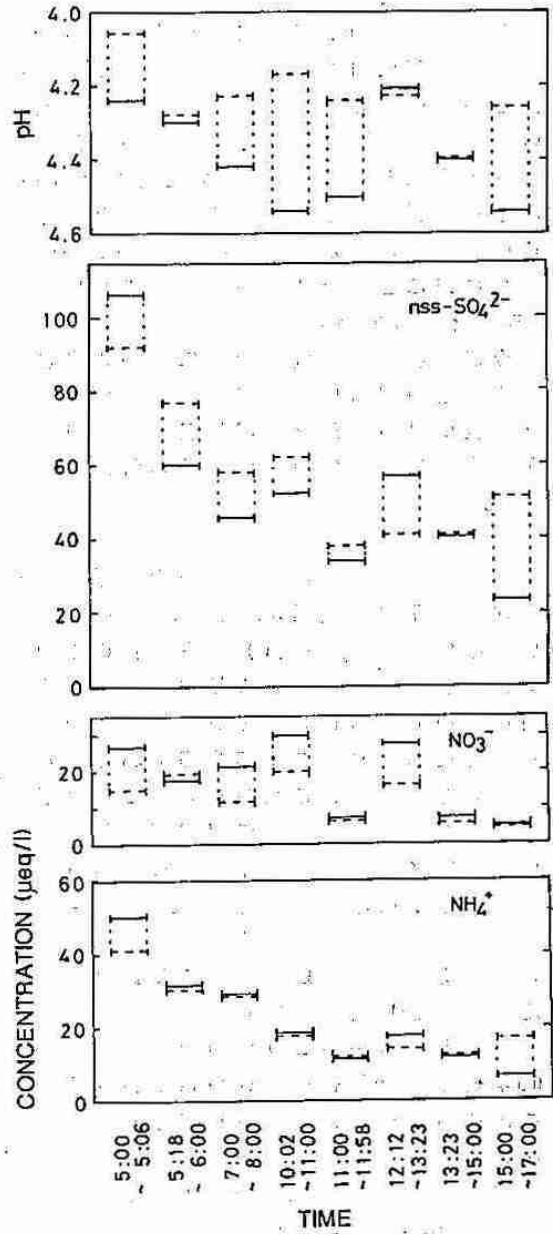


図2 ふるいにより分別されたあられ(点線)とその他(実線)のpH及び含まれる化学成分濃度

2. 北海道における季節気温の変動周期と循環場の特性

若原 勝二 (札幌管区気象台)

1. はじめに

北海道は季節を通して、日本の他の地域より気温変動の大きいところに位置している。特に小笠原気団とオホーツク海気団または大陸寒気団の間の前線帯のかかり易い夏期は、気温の変動が日本で一番大きい。北海道の気温に対する全国各地の気温の相関係数は関東以北は0.6以上で北海道に近いほど相関が高くなっている。夏気温の標準偏差は北海道が1.0度に対して、日本列島の南ほど少なくなつて、沖縄では0.5度となっている。

今回は各季節の気温の標準偏差の経過から気温の変動度の周期を調査した。また、夏気温の変動と各種循環指数の関係から変動期と安定期の循環場の特徴を調べた。

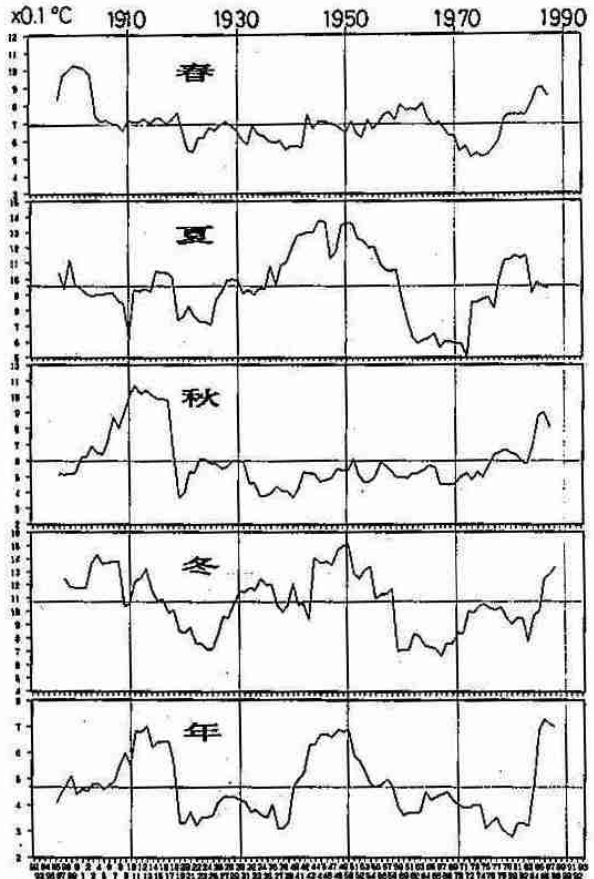
2. 北海道季節気温の変動周期 (第2図)

北海道7地点(旭川、網走、札幌、帯広、根室、寿都、函館)の各季節の平均気温の11シーズン毎の標準偏差をこの期間の中心の値にして1シーズンずつずらして経過を見たのが第2図である。これから分かることは1940年代にピークがあつて全体には5~6年周期が卓越している。特に1970年代後半からはこの5~6年周期が明瞭になっている。

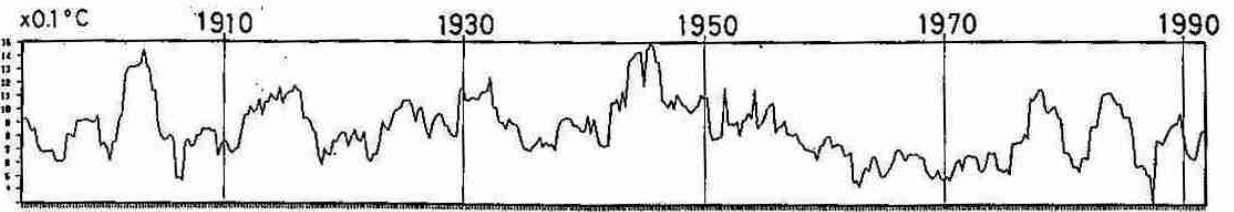
3. 北海道の各季節の気温の変動(標準偏差の経過) (第1図)

春: 15年から20年周期がある。1900年代と1980年代に大きい値が表れているがその他はあまり明瞭な変動が見られない。

夏: 1940年代から1950年代にピークがあり、1980年代から1970年代後半にかけ



第1図 各季節気温の標準偏差(11年間の標準偏差を6年目の値にして、1年ずつずらして求める。)の経過。上から春、夏、秋、冬、年の気温の標準偏差。



第2図 季節気温平年差(冬、春、夏、秋の順)の標準偏差(11シーズンの標準偏差を6シーズン目の値として1年ずつずらして求める)の経過。

て、標準偏差の小さい期間がある。1970年代後半から最近にかけては変動の大きい期間に入っている。周期は約30年である。

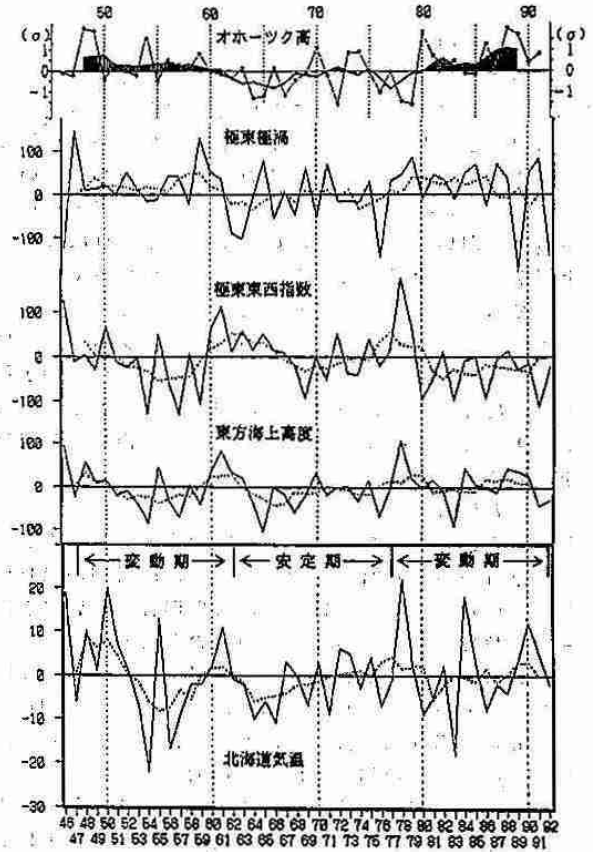
秋：1910年代に大きなピークが表れている。その後変動が少ないが、最近はやつくり増大傾向である。

冬：40年周期と20年周期がある。最近はやつくり増大傾向。

年：3.5年から40年周期とその半分の約20年周期がある。最近は変動の大きい時期に入っている。

4. 夏気温の変動周期と循環場の特性

1946年以降の北海道夏気温の平年からの偏差の経過を見ると(第3図、下)、標準偏差の大きい期間に対応して、冷夏、暑夏が表れている。特に暑夏年は6年周期に表れている。これは夏気温だけの傾向ではなく、季節気温の変動周期にも表れているので、興味ある。標準偏差の大きい期間を変動期、小さい期間を安定期とみてそれぞれの期間の500hPa高度偏差の合成図をみると、変動期は日本付近に東西の負偏差域があつて、北海道から北の高緯度にかけては正の偏差域になっている。循環指数から見ると、変動期に対応してオホーツク海高気圧指数がプラス、極渦もプラス、東西指数がマイナスになっている。極からの寒気が放出され易いことを示している。安定期の500hPa高度偏差の合成図は北半球全体が不偏差場になっている。循環指数からは変動期とは逆に東西流が卓越している。

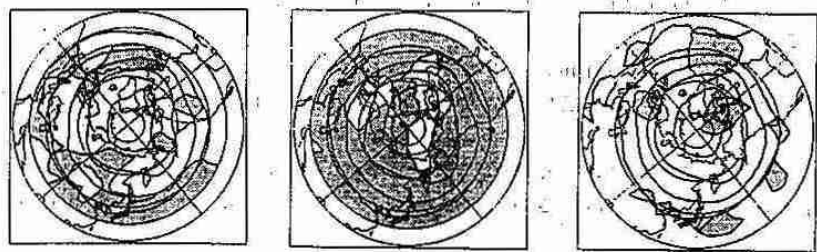


第3図 夏(6~8月)平均の循環指数と北海道の夏気温の経年変化。循環指数の単位は「オホーツク海高」は標準偏差、「他の指数」はm、気温の単位は0.1℃。点線は5年移動平年値。

5. おわりに

夏気温の変動も変動度の大きい期間中は異常気候と結びつくことが多く、気温の変動度の小さい時期に、規模の大きい大雨が発生していることは興味あることである(図省略)。

今回表れた様々な周期が、外的条件とどうか係わっているのか今後検討する必要がある。



第4図 夏(6~8月)の500hPa高度偏差の合成図。
左、1949~1962年(変動期)
中、1963~1977年(安定期)
右、1978~1991年(変動期)

3. オホーツク海の海水が冬季北海道の気温変動に及ぼす影響

本田 明治・若土 正暁 (北大・低温研)

1. 本研究の目的と背景

北海道のオホーツク海側は冬季の間海水に覆われる。このような海水域の存在によって、北海道のオホーツク海側を中心に気温が低下することはよく知られているが、今まで具体的な解釈がなされたことはない。気温の平年値を旬別に追うと(図1a)1月下旬の全道的な低極と2月中旬のオホーツク海側(CLUS3)を中心とした低極が見られる。この2つの低極をその変動の型から気温の“W現象”と名付けた。前者は全国的な傾向であるのに対し後者は沿岸海水の最盛期に対応している。後者の低極を少し具体的に見ると、オホーツク海側で最もはっきりしているが、弱いながら周辺域の太平洋側東部(CLUS2)、日本海側北部(CLUS4)でもみられる。他の地域でも気温の上昇が鈍く、全道的に気温変動がW型になっている。これに対し東北地方では、1月下旬低極の緩やかな鍋底型変動で本州以南の典型的な型になっている。

このような気温変動をもたらすのが海水であることに疑いの余地はないが、海水の効果が海を塞ぐだけなら気温低下は沿岸部に限られるはずである。しかし比較的広範囲に気温低下がもたらされている事実を考慮すると、海水の存在に加えて、他の気象要素が介在要素として働いていることが予想される。

以上のような関係、すなわち海水が冬季北海道の気温場に及ぼす影響と介在要素の役割について、今回統計的手法を用いて客観的に解釈を行なった。

2. データと解析方法

気象データは北海道の気象官署(22地点)の資料を、海水データは北大流水レーダーの資料を用いた。いずれも冬季の毎日(1.1~3.31)を対象とした。解析期間は1961年~1990年の30年間であるが、流水レーダーの資料は1968年以前はないので、実質的な解析期間は22年間である。尚、海水勢力の指標は“氷量”を用いる。これは図2のレーダー検知範囲に占める海水面積の割合を百分率で示したものである。

解析は、気温場にかかわる様々な因子を分離するために、日平均気温の冬季の30年分のデータ(季節変動を除去したアノマリデータ)を一本の時系列にして、回転主成分分析を施した(上位3主成分を採用)。この結果と氷量、介在要素(風、日照、降水、気圧など)との対応を解釈した。

3. 回転主成分分析の結果と海水との対応

気温場に対する回転主成分分析の結果、第1~第3主成分(寄与率はそれぞれ36.8%、27.1%、27.0%)の主成分スコアと氷量との相関係数はそれぞれ0.02、-0.56、-0.15で第2主成分が海水の因子と考えられる。第2主成分はオホーツク海側で負荷が高く(図3)、主成分スコアの時系列は30年の平均で2月中旬をピークに低極(オホーツク海側で相対的に低温)となっている(図4)。このことから気温のW現象を客観的に解釈できる。つまり1月下旬の低極は季節変化によるものであり、2月中旬の低極はオホーツク海側に負荷の高い第2主成分(すなわち海水)のスコアの低極によるものである。すなわち2つの低極の重ね合わせがW型の気温変動をもたらしていると解釈できる。

しかし、第2主成分と氷量の相関係数(-0.56)は99%の有意水準を越えてはいるが、決して高くはない。これは海水と気温場の間の介在要素の存在を示唆するものである。いろいろ対応を調べた結果、風の場との対応がよいことが分かった。

図5に多氷(氷量90-100)、少氷(0-49)のそれぞれについて、気圧場より算出(稚内-根室、紋別-函館)された北海道スケールの風向と第2主成分スコアとの関係を示す。これから西風系(S~W~N)ではスコアに大きな差は見られないが、北東風系(N~E)では多氷時にスコアの低下(気温の低下)が目立つ。北東風系はオホーツク海側から吹いてくる風に対応する。つまり、海水が多いだけでは気温低下につながらず、海水の存在に加えて海水によって冷却された北東風系の作用が、オホーツク海側を中心とした強い気温低下をもたらすことが客観的に示された。

更に時期についてみる。図6は1969年~1990年の各旬毎の多氷日数と、多氷日数中の北東風系の日数の頻度を表したものである。この中で多氷時に北東風系になる頻度は2月中旬に最も高く、他の時期に比べ気温低下が顕著であることを示すものである。

今後の課題としては、(1)北東風系をもたらすメカニズムの解明、(2)他の気象要素との関係、(3)気象要素に影響を及ぼす海水のスケール、などがあげられ、更にこれらを踏まえてこの問題の本質的な解決のために力学・熱力学的過程を加えた定量的な解釈をしていかなければならない。

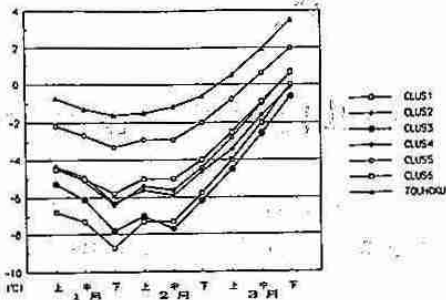


図1. a: 冬季の地域別年平均気温(1961-1990). 北海道6地域と東北地方北部.
b: 気温場へのクラスター分析による北海道の地域分類.



図2. 流氷レーダー検知範囲. 岡中の3点の円弧範囲で半径約56km(苅田他, 1988)

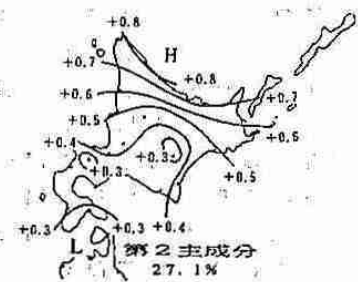


図3. 第2主成分の因子負荷量の分布図.

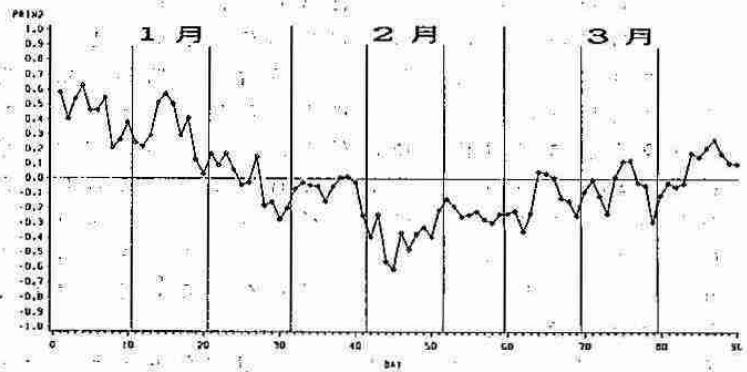


図4. 第2主成分のスコアの時系列. 1961年~1990年の日別単純平均値.

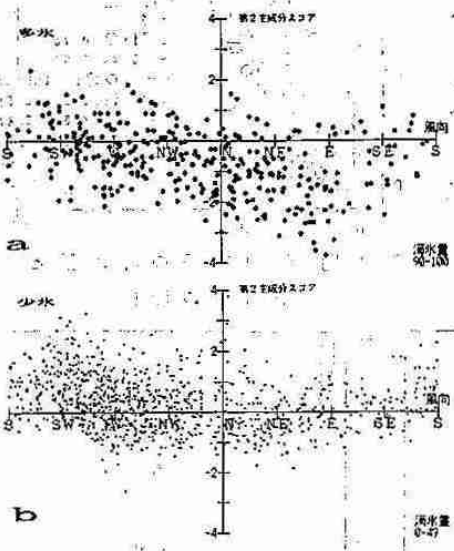


図5. 第2主成分スコアと風向の関係(日別). a: 多氷(氷量90-100), b: 少氷(氷量0-49).

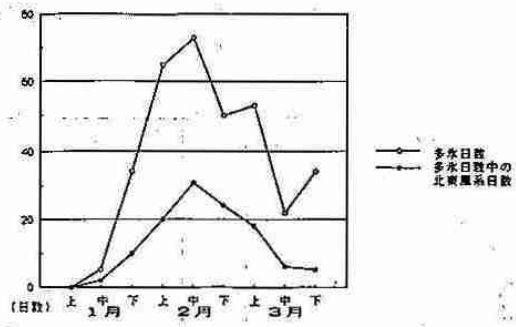


図6. 1969年~1990年の各旬毎(22年×10日=220日)の多氷日数(○)と多氷日数中の北東風日数(●). 旬による日数の違いは補正してある.

4. 降水量と降雪量の関係について

中山 寛・山内 博行 (札幌管区気象台)

1. はじめに

本調査は雪の面的予報技術の開発の基礎調査として行ったもので、降水量と降雪量の関係(雪水比を含む)から降水量を降雪量に換算できるかどうかを検討した。

2. 調査期間、調査方法

調査期間：1988年～1991年の12月から3月の冬季間。

調査方法：気象官署(18官署)における6時間降水量と降雪量の関係。積雪深計が設置されているアメダス観測所86ヶ所のうち31ヶ所における6時間(3時間)降水量と積雪差の関係。また、気象官署およびアメダス観測所における雪水比(S/R比)を求めた。

3. 降水量と降雪量および積雪差の関係(風速が8m/s以上、気温が0.1度以上は除いた)

(1) 気象官署の降水量と降雪量の関係(6時間) 第1図

相関は0.78と良く、全道平均で降雪量は降水量の14～15倍となっている。次に、気温を3階級に分けて相関をみると(第2図)、気温が高くなるとやや相関は悪いものの分類する前に比べると良くなった。また、官署別にみると内陸の官署(特に岩見沢、札幌)は相関は良く、海岸の官署(図は省略)は良くない。第3図は内陸の岩見沢のものであるが相関係数が0.94と非常に高い相関を示している。

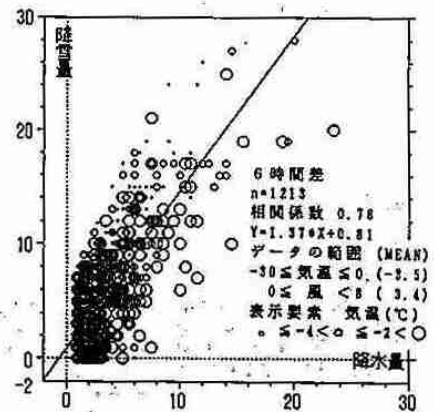
(2) アメダス観測所の降水量と積雪差の関係 第4図

ア、6時間(降水量2ミリ以上、積雪差0cm以上)

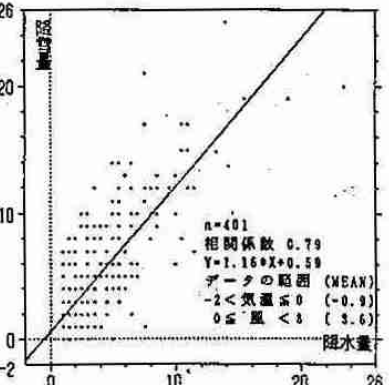
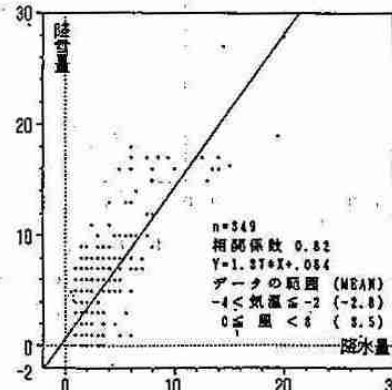
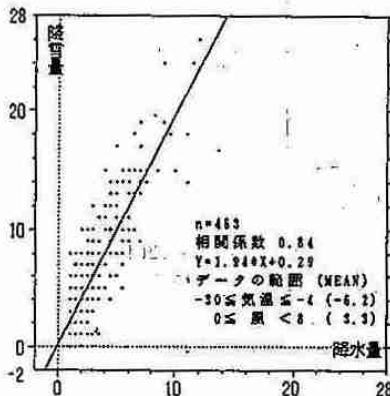
気象官署の降雪量との関係と比べると相関が悪く積雪差(cm)への換算は約14倍で官署と比べそれほど差がないが、これは平均気温が低い(気象官署より1℃低い)ためやはり官署に比べ小さいとみるべきである。前項に同じく気温を3階級に分けると相関は良くなった(図は省略)。

イ、3時間(降水量2ミリ以上、積雪差0cm以上)

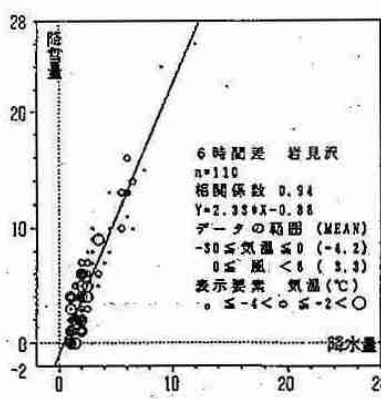
6時間に比べると更に相関は悪くなる。時間間隔を短くすると積雪深計の異常値を取り込んでしまうが、そこそこの相関があるので利用は可能である。積雪差への換算は1.4倍(平均気温は気象官署と同じ)ではば気象官署と同じ値となった。



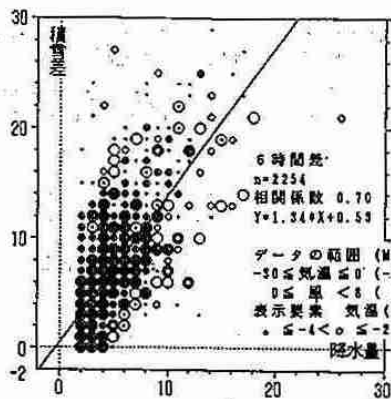
第1図 気象官署の降水量と降雪量の関係



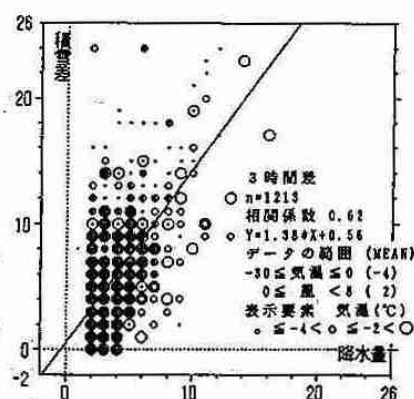
第2図 気温を3階級に分けた場合の降水量と降雪量の関係



第3図 岩見沢の降水量と降雪量の関係



第4図 アメダス観測所の降水量と積雪差の関係



4. 雪水比 (S/R比)

気象官署については6時間降水量(2ミリ以上)と6時間降雪量のS/R比、アメダス観測所については6時間および3時間降水量(2ミリ以上)と6時間および3時間積雪差のS/R比。

(1) 気象官署

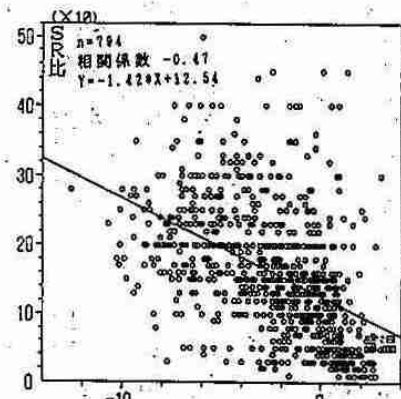
バラツキが大きく相関係数も-0.47と良くないが、0℃で13(mm/mm)、-5℃で20(mm/mm)、-10℃で27(mm/mm)。平均(-2.5℃)で16(mm/mm)とほぼ従来から言われている値に近くなった。

(2) アメダス観測所

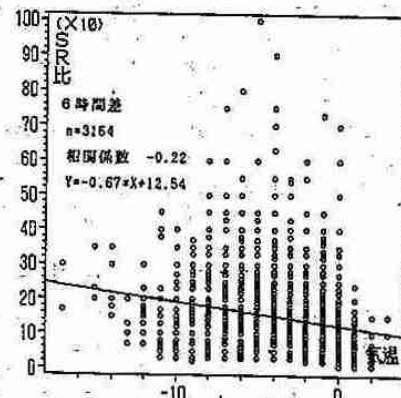
- ア、6時間：バラツキが大きく、相関係数も-0.22と悪い。0℃で12(mm/mm) - 5℃で16(mm/mm) - 10℃で19(mm/mm)と気象官署に比べてかなり小さい値となっている。
- イ、3時間：やはりバラツキが大きく、相関係数も6時間とほぼ同じ(図は省略)。0℃で13(mm/mm) - 5℃で16(mm/mm) - 10℃で20(mm/mm)

5. まとめ

- ① 気象官署の降水量と降雪量の関係では強風時(8m/s以上)を除き、気温を3階級に分けた場合にかなり良い相関となった。
- ② 岩見沢、札幌などは他の官署に比べると非常に良い相関(相関係数0.9以上)がある。
- ③ アメダス観測所については積雪深差との比較しかできないため、気象官署と比べると相関は悪くなった。しかし、時間巾を短く(3時間)した場合、気象官署の値に近くなった。
- ④ 雪水比(S/R比)については、気象官署は相関は悪いものの従来から言われている値に近くなった。アメダス観測所は積雪差から求めたもので、沈み込みが効いて、良い結果はでなかった。
- ⑤ 降水量から降雪量に換算する場合、①の関係式や④の雪水比を使用することによって降雪量を求めることができる。また、特定の官署においては単独の関係式を使用した方が良い場合もある。今後更に検証を加えて検討したい。



第5図 気象官署の雪水比(S/R比)



第6図 アメダス観測所の雪水比(S/R比)6時間差

5. 北海道西海上小低気圧の発達過程

—1992年1月22日～24日の事例解析—

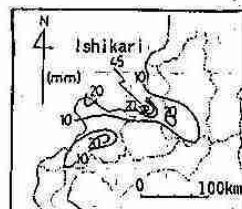
上田 崇裕・久保 一夫
若原 勝二・大橋 雅寿 (札幌管区気象台)

1. はじめに

1992年1月20日から25日にかけて北海道の西海上で、気象観測船の高風丸と啓風丸が、北海道の西海上小低気圧についての共同観測を実施した。この期間中に小低気圧が発生し、解析のための貴重なデータが得られた。

このデータを使用していままで説明されていなかった小低気圧の海上からの振舞いをつかみ、メソ天気系概念モデルの作成を目的として調査をした。

今回の事例は村松(1971)が分類した、カムチャツカ型とエトロフ型の2種類の内、前者に属するものである。



第1図 1992年1月23日
00時から24時の降水量分布図

2. 相関場およびメソ的解析

1992年1月22日から24日の事例について解析する。1月22日21時、発達中の低気圧が千島北部に達した頃、北海道西海上は気圧傾度が緩み、23日03時には留萌沖から番瀬沖にかけてメソβスケールの小低気圧が発生した。この小低気圧による降水量は、石狩観測所付近を中心とした局地的な降水分布となっている。(第1図)

小低気圧の発生から衰弱までの各ステージの特徴は以下のとおりであるが、総観場の図は省略している。

(1) 発生期 (1月22日21時頃、第2図)

500hPa面は、主トラフ通過後、西海上は西北西流の寒気場。北海道は50kt以下の弱風域で寒気はおよそ -3.6°C 以下。強風帯は東北地方北部付近まで南下。850hPa面は、沿海州北部から流水域のオホーツク海南部に流れる寒気と、沿海州南部から秋田沖にかけて強風軸にそって流れる寒気で二寒気軸を形成。西海上は北海道西岸を北上する対馬暖流の影響もあって相対的な暖気域。船のデータによるとこの暖気内に弱いシア形成。気温は -1.3°C 以下で、寿都の海面水温と札幌の850hPaとの気温差 1.7°C 以上。筋状雲の発生点は沿海州からの離岸距離は長いが、東南東に伸びる筋状雲は850hPaシア近傍で収束し、弧状を呈し始める。これとは別にサハリン西岸には南北に伸びるやや弧状をした帯状雲が形成されている。これは宗谷地方を中心にオホーツク海を渡って来る北東風と北西風との間の利尻から留萌北部にかけ、収束線が形成されたものである。

地上は気圧傾度が緩く、西海上には袋状低圧部が生じており、6時間後の23日03時頃この収束線上に小低気圧が発生した。



第2図 小低気圧発生期のメソ天気系モデル
(陰影はレーダーエコー、矢羽根は地上風)

(2) 発達期 (1月23日09時頃、第3図)

500hPa面は、強風帯が東北地方南部まで南下。50kt以下の弱風域の場が持続。寒冷トラフは沿海州に進み、更に強い -3.9°C 以下の寒気移流。

850hPa面は、二寒気軸が強化、西海上の暖気域内は明瞭になる。気温は -1.5°C 以下、寿都の海面水温と札幌の850hPa気温差 1.9°C 以上。西海上の暖気域内のシアは更に顕著。西海上の850hPaシアラインに沿って弧状雲存在。発生期のステージでサハリン西岸にあった弧状雲が、西海上まで南下。

オホーツク海南部から北海道北部を流れる北東風系の乾燥寒気と、西海上を吹送する北西風系による湿潤暖気との間に形成された収束線は、北海道内陸部の冷え込みで生成されたメソ高気圧から流出する南東風系による乾燥寒気気流が加わり、収束が更に強化され収束線上の小低気圧の循環が強まる。

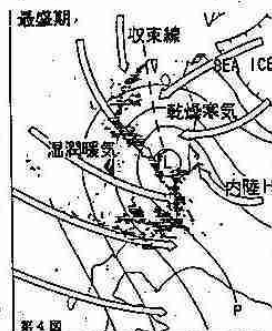
弧状エコー(陰影部)は小低気圧の西から南西側を小低気圧に回り込むように3本存在して小低気圧中心から30kmくらい南西側に離れている。エコー幅10~20km、長さ100~200kmで、先端は内陸に流入。エコーは弧状を呈している。



第3図 小低気圧発達期のメソ天気系モデル
(陰影はレーダーエコー、矢羽根は地上風)

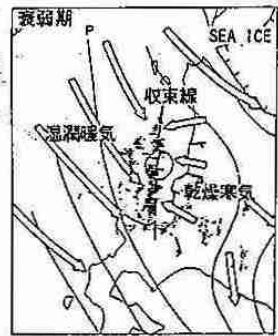
(3) 最盛期 (1月23日21時頃、第4図)

500hPa面は、強風帯は東北地方南部、北海道付近は引続き50kt以下の弱風域(第6図)。寒冷トラフ日本海北部に進み、西海上はプラス渦移流最大(第9図、上)、寒気移流最盛期で -4.0°C 以下(第9図、中)。850hPa面は、日本海北部の北西風系と稚内の北東風系の間で、西海上のシア明瞭で、収束が更に強化されている(第9図、下)。このシアライン上に低気圧性循環顕在化。二寒気軸は引続き維持され、西海上の暖気域は顕著。気温 -1.7°C 以下、寿都の海面水温と札幌の850hPa気温差 2.1°C 以上。



第4図 小低気圧最盛期のメソ天気系モデル
(陰影はレーダーエコー、矢羽根は地上風)

弧状雲は850 hPaシアラインに沿って低気圧性曲率を拡大。弧状雲の東側はクリアー域。対流不安定層は最も厚く700 hPa位にまで達する(図省略)。又、暖気域は600 hPa付近、湿度80%以上の湿潤層は800 hPa位まで達し、900 hPa以下では稚内と啓風丸の間で明瞭な収束が認められる(第8図)。弧状雲に伴うエコーは地上の収束線のやや南側を通過して、石狩方面に流れ込み、一方積丹半島北側にある西北西から東南東走行を持った別の帯状エコーが前記のエコーと合流している。合流点にある石狩では、18時~21時にかけて最も強い降水量を観測している(第9図、中)。



第5図 小低気圧発達期のメソ天気系モデル (陰影はレーダーエコー、矢羽根は地上風)

(4) 衰弱期(1月24日09時頃、第5図)

500 hPa面は、寒冷トラフが北海道を通過、強風帯は東北地方北部まで北上した。

850 hPa面は、二寒気軸が不明瞭、西海上暖気域及びシアが解消。西海上は一様な北西流の場となる。弧状雲消滅して、一様な筋状雲。

地上ではオホーツク海南部からの北東風解消、組織的な乾燥寒気流無くなる。内陸メソ高気圧衰弱、東よりの風弱まる。西海上の収束が弱まり、収束線上に小低気圧は残っているが気圧の示度浅まる。のち内陸に入って消滅。小低気圧消滅後は筋状エコーに変わり沿海州からの離岸距離広がっている。

3. おわりに

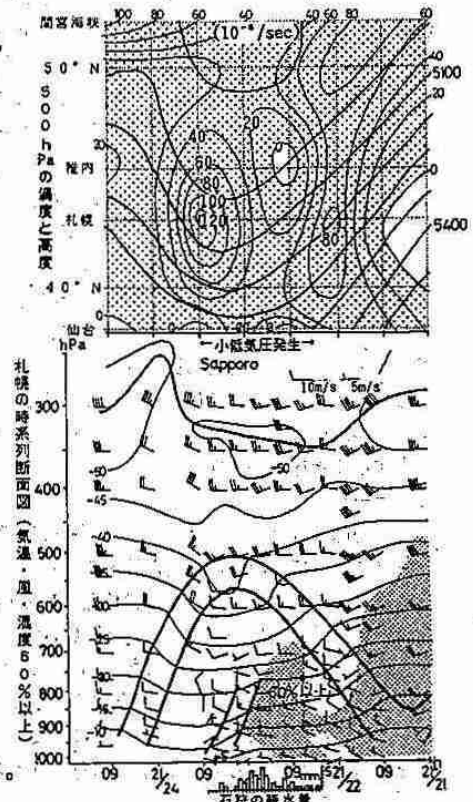
小低気圧の発生から衰弱までの各ステージの特徴を成層状態を加味してまとめると次のようになる。

発生期: 700 hPaは前線帯がかかっている、稚内と札幌の間の800 hPa以下の層でシアが形成される。地上では北西風と北東風によって西海上に収束線が形成される。エコーは北西流に沿って筋状を呈している。

発達期: 寒気ドーム頂高度の上昇と共に対流不安定高度が700 hPa付近まで厚くなる。850 hPaでは稚内と高風丸との間に循環が形成される。収束線上の小低気圧はさらに明瞭となって、後面のエコーは弧状を呈してくる。

最盛期: 500 hPa正高度移流極大時になって(第9図、上)、寒気ドーム高度は600 hPaを越えて最大となり(第9図、中)、850 hPaの循環は南下して高風丸付近に達する。2本の弧状エコーは石狩湾で合流し合流点の通過した石狩町で強雪と強風を観測した。

衰弱期: 500 hPaトラフの通過と共に寒気ドーム頂高度も下降し下層にも寒気が入ってきて、成層は安定化に向かう(第9図、中)。850 hPaの西海上のシアは解消(第9図、下)。エコーは弧状から南北の線上を呈して、その走行は地上の収束線と一致する。小低気圧は循環が不明瞭になる。



第9図 小低気圧の発生から衰弱までの総観測の時間変化 (21日21時~25日09時)
上: 500 hPaの温度と高度の南北断面図
中: 札幌の気温、風、湿度の鉛直時間断面図
下: 稚内、高風丸、札幌、秋田の850 hPaの風の時間変化



第6図 小低気圧の最盛期の筋状雲の概念モデル

第8図 北緯44度緯付近に於く 1992.1.23 09(L)
東西方向の気温、湿度及び風の鉛直断面

第7図 北緯44度緯に於く側面モデル
COLD DOME
HOT WET AIR / COLD DRY AIR
内陸メソH
天塩山地 大雪山系
JAPAN SEA (小低気圧)

6. 冬期季節風の吹き出し方向に直交する筋状雲のメソスケール構造

佐藤 晋介 (北大・低温研) ・ 藤吉 康志 (名大・水圏研)
 「都市豪雪」研究グループ (代表者: 北海道大学 菊地 勝弘)

1. はじめに

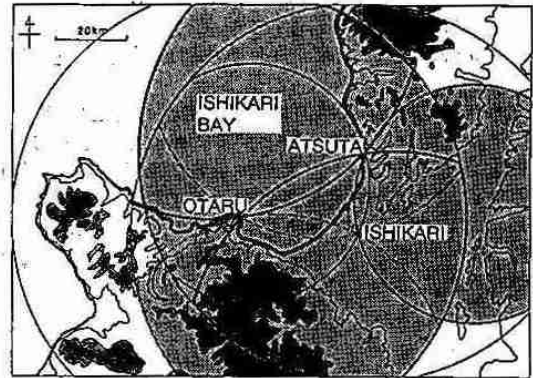
冬期、大陸からの寒気の吹き出しに伴って日本海上に現われる筋状雲には、吹き出し方向に平行なlongitudinal型(Lモード)筋状雲と吹き出し方向にほぼ直交するtransverse型(Tモード)筋状雲がある。これまでの研究によって、Lモードの雲はその伸長方向に軸を持つ一對の螺旋型のロール状循環を持つことが知られている。しかしながら、Tモードの雲については、その走行が風の鉛直シアア方向と一致することが知られているだけで、その構造や形成維持機構は未解決の問題である。これら2種類の筋状雲の決定的な違いは、Lモードの雲では、その走行(ロール軸の方向)と移動方向がほとんど一致しているのに対して、Tモードの雲では走行と移動方向がほぼ直交していることである。そこで本研究では、石狩湾で観測されたTモードエコーの運動学的構造を明らかにし、その形成維持機構を考察することを目的とする。

2. データ

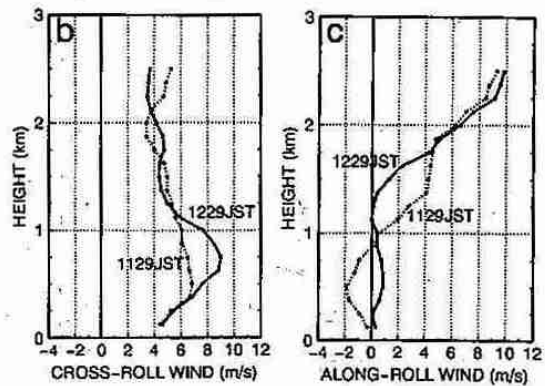
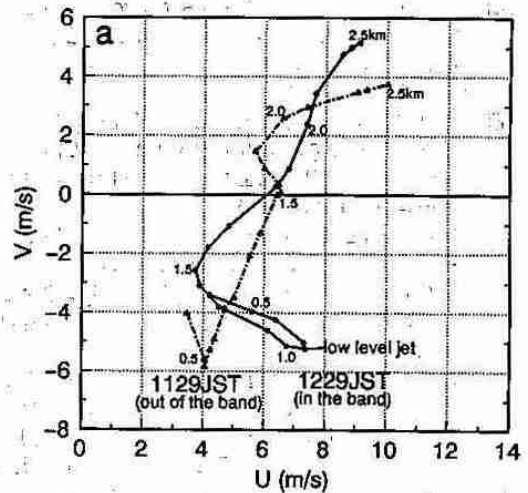
第1図は、3台のドップラーレーダーの配置とそれらのデータによって3次元風速場が算出できる範囲を示してある。基本的な風速場の算出方法は佐藤(1992)によるが、3組のdual解析結果の合成には $\sin\beta$ (β は2台のレーダーと目標物のなす角度)の重み付き平均を用いた。また、鉛直速度は地上と逆転層高度で $w=0$ となるように調節を行っている。解析に用いた事例は、約4時間にわたってTモードエコーが石狩湾に侵入してきた1992年1月22日のものである。

3. 解析結果

第2図は、石狩レーダーのVAD観測から得たTモードエコー(バンド)の外と内部における風の hodograph 及びバンドの走行に直角な風速成分と平行な成分の鉛直プロファイルである。バンドの外側すなわちエコー強度が小さい領域にあたる11時29分の風速プロファイルは、時間平均した風速プロファイルともほぼ一致しており一般場の風を代表していると考えられる。また、hodographで示されるシアベクトルの方向は、バンドの走行と良く一致している。一方、12時29分の風速場はバンド内部の循環場を表しており、走行と直角な風速成分は、高度約1kmに風速の極大がある。走行に平行な風速成分は、バンドの外側では高さとともに一様増加しているが、バンドの内部では高度1.5kmまでほぼ一定の風速になっている。



第1図 3台のドップラーレーダーの配置とdual解析可能範囲

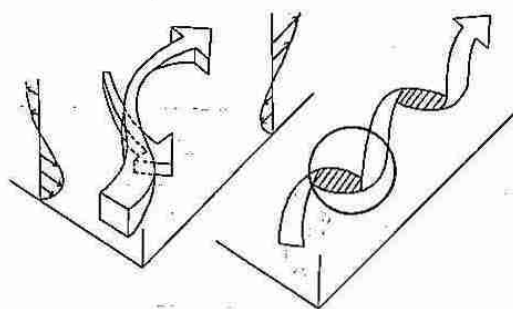


第2図 a: バンドの外側(1129JST)と内部(1229JST)における風の hodograph
 b: バンドの走行に直角な風速成分の鉛直プロファイル
 c: バンドの走行に沿った風速成分の鉛直プロファイル

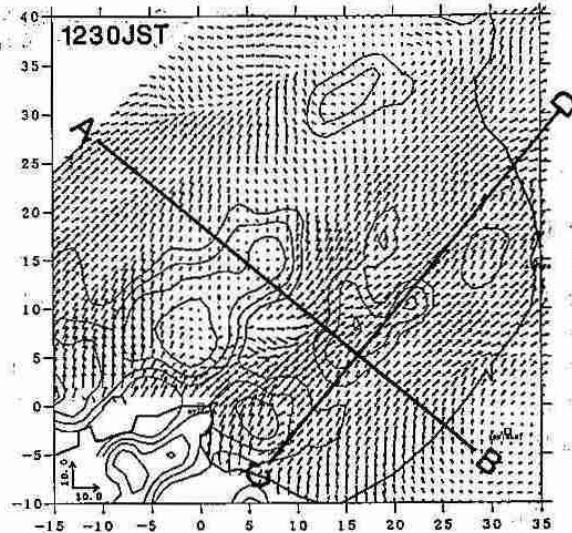
次に、Tモードエコー内部の3次元気流構造について述べる。第3図は、高度1.5kmの水平断面図で等値線は反射強度、矢印はバンドの移動速度(U=5m/s, V=4m/s)に相対的な水平風速を示す。図では北東方向に伸びる2本のバンドエコーが見られるが、ここでは、より典型的な構造を持つ東側(右側)のバンドに注目する。まず、バンドの走行に直交する鉛直断面(第4図a)では、東側のバンドに対応するrange 0~10kmに反時計回りのロール状循環が見られる。この循環は、他の直交断面においてもほぼ同様に見られることから、ある程度2次元性の良いロール状構造があることが示唆される。しかし、対流循環はこれらの直交断面内で閉じているわけではなく、第4図bが示すように、上昇流は上層でバンドの先に向かう強い流れ(range=11km, height=3km)となる。一方下降流域では、走行方向の風速成分は相対的に小さく、走行に直交する風速成分が大きい。次に、バンドの走行に平行な断面(第4図c)を見ると、上昇流は高度約1kmより上層で顕著であり、その下にはバンドの進行方向(走行に直角な方向)に向かう風速の極大がrange=2km及び17kmに存在する(第4図d)。このジェットは顕著な下降流の進行方向側に位置していることから、下降流がジェット型の風速分布を作ると考えられる。

4. 考察・まとめ

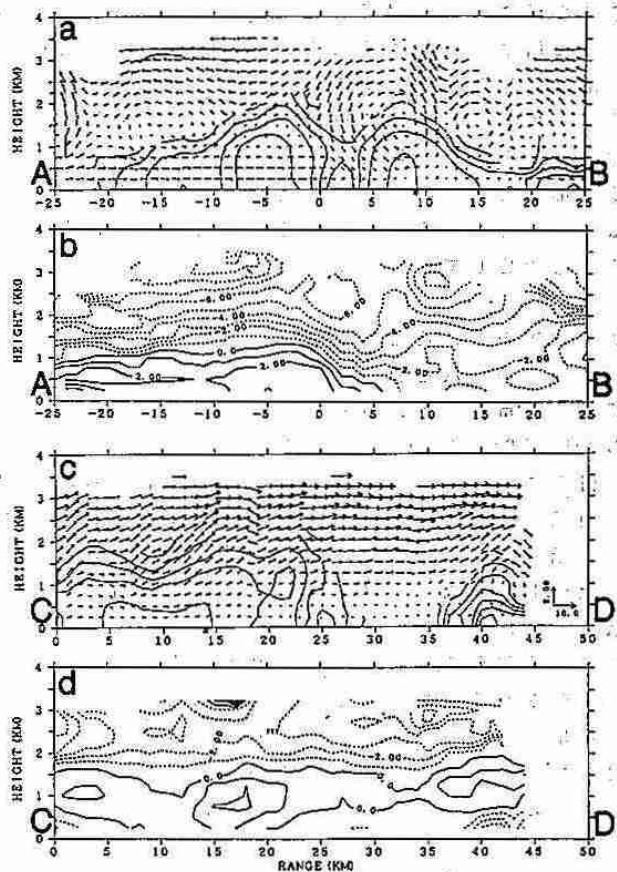
解析結果より、Tモードエコーは、第5図(右)の概念図のような1つの反時計回りロール状循環をしていることが分かった。Lモードの様に左右反対回転をした一対のロール状循環が存在しない理由は、ロール軸(バンドの走行方向)に直交する風速成分が大きい鉛直シアを持つために(第2図b)、時計回りの循環が妨げられる為と考えられる。第5図(左)は、上昇流と下降流の位置関係を模式的に示したもので、南(バンドの根元)からのinflowが、下降気流が作るジェットによる収束によって上昇し、バンドの先に向かう流れになることを表している。このことは、基本的にはロール軸に沿った流れがバンドを形作り、降雪粒子の蒸発や落下によって生じる下降気流が対流循環を維持していることを示唆すると考えられる。



第5図 Tモード筋状雲の気流構造を示す模式図
(左図は右図の円内を拡大したもの)



第3図 高度1.5kmにおける系に相対的な風速場と反射強度



第4図 第3図に示した切断線における鉛直断面図
a, c: 系に相対的な断面内の風速場と反射強度
b, d: 各断面に直交する水平風速成分の等値線

7. 層積雲の雲頂構造とその放射特性

落合 治・菅野 正人 (北大・環境)
 菊地 勝弘・遊馬 芳雄 (北大・理)
 田中 正之・早坂 忠裕 (東北大・理)
 武田 喬男・藤吉 康志 (名大・水圏研)

1. はじめに

WCRP「雲と放射」の一環として、1991年1月22日に奄美大島付近で航空機による層積雲の雲頂の連続ステレオ写真観測が行われた。

今回はこのステレオ写真から、雲頂高度及び凹凸度を求め、反射率やLWPと比較したので、その結果を報告する。

2. 観測結果

奄美大島(1991年1月22日)において幅1km、飛行距離10kmの雲頂高度の水平分布を2カ所について解析した(図1①②)。

また図2、図3にそれぞれ経路①②の平均雲頂高度(雲層の厚さに相当)(a)、反射率(b)、及びLWP(c)のデータを示す。図2の場合、雲頂高度の高低と反射率、LWPの大小がおおよそ対応しているが、図3の場合、反射率とLWPは対応しているように見えるが、雲頂高度はどちらとも対応してはいなかった。

3. 雲頂の凹凸度と放射特性

雲頂の凹凸度を見るために、幅1km、飛行距離1km毎の各高度毎の雲の領域の面積比(CLOUD AREA RATIO)を計算した。

図2において、高度が高くかつ反射率も高い領域(1.5~2.5kmと7~8km)と高度が低くかつ反射率も低い領域(4~5km)を比較してみた(図4)。それによると高度が低く、反射率も低い4~5kmでは凹凸度が大きく、直線部の勾配は-4.08と大きく、逆に高度が高く、反射率が高いと凹凸度が小さく、勾配は-3.08と-3.48のように小さくなっていることがわかる。この結果は以前に報告された菅野(1992)の結果と同じ傾向を示している。

一方、図3において反射率はほぼ一定とみられるから高度に差がある領域として5~6kmと9~10kmを比較してみたところ、図5のように、高度差が大きいにもかかわらず、反射率がほぼ同じだったのは、高度が低い9~10kmの方が雲頂がフラットであるため、その分反射率が大きくなった、と考えられる。

さらに、図2の4~5kmと図3の9~10kmの領域はほぼ高度が同等とみなせるので比

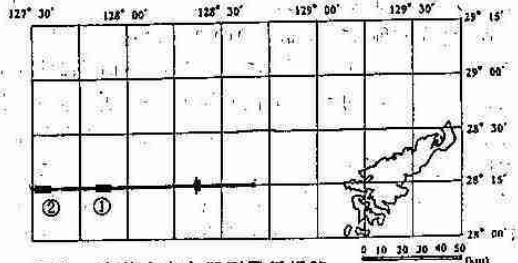


図1: 奄美大島と観測飛行経路

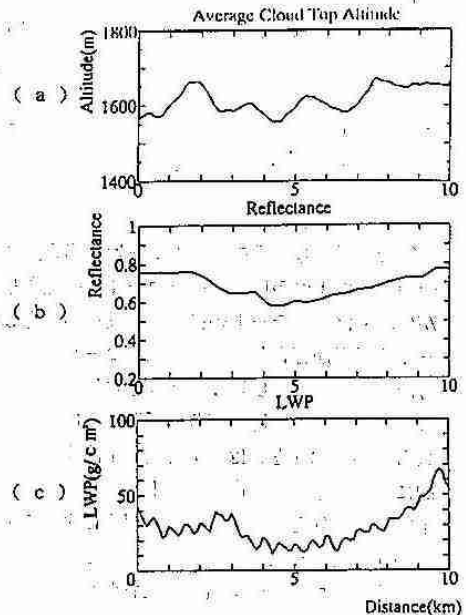


図2: 経路①の観測結果(b)

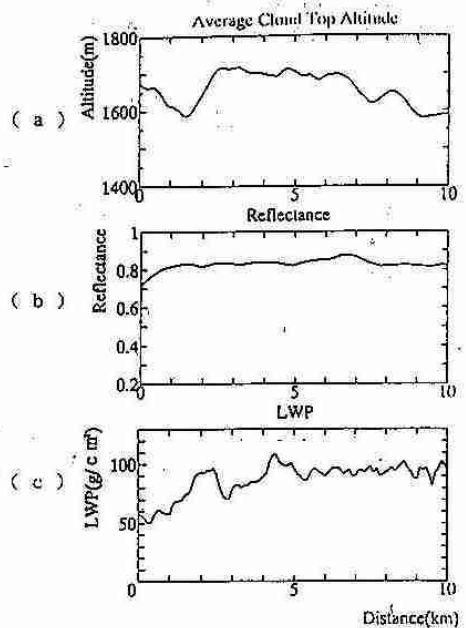


図3: 経路②の観測結果(b)

較したところ、図6のように、明らかに反射率の高い領域(0.84)の方が雲頂構造がフラットで、勾配が-1.96と小さくなっていることがわかる。

4・LWPとの相関

今回の解析では反射率は雲頂高度よりもLWPの方に対応していたので、それぞれの相関を取ってみたところ、図7のように、明らかにLWPと反射率の相関の方がよく、重要なパラメータであることがわかる。しかし、データがまだ十分でなく、今後更に検討が必要であろう。

5・まとめ

今回の解析ではLWPが反射率にかなりの影響を与えていることがわかった。さらに凹凸度で放射特性を見た場合、凹凸度が小さい時、即ち雲頂がフラットな時に反射率が高くなることがわかった。
いずれにしても層積雲(水雲)の場合、その放射特性を決めているのは、雲層の厚さ、LWP、そして雲頂の凹凸度と思われる。しかし、このような解析例はまだ少ないので今後は解析例をより多くし、上記のパラメータを整理して議論できるようにしていく必要がある。

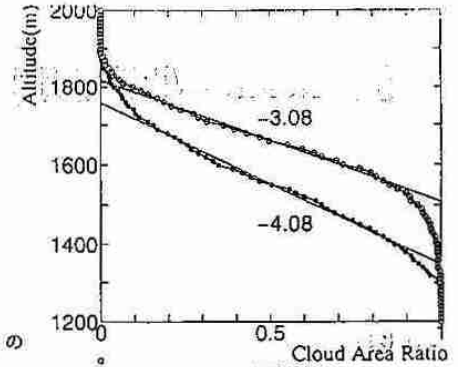


図4：高度毎に雲の出ている領域

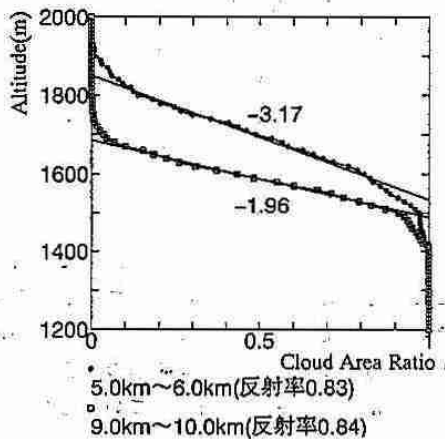
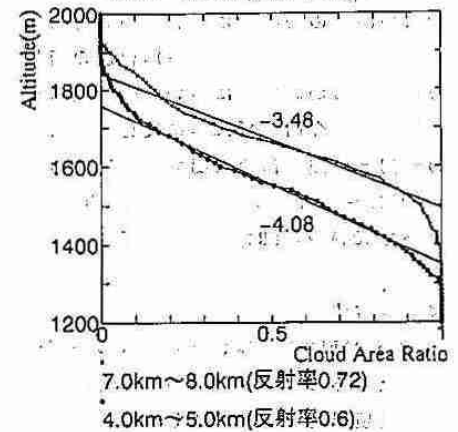


図5：反射率一定の場合の比較

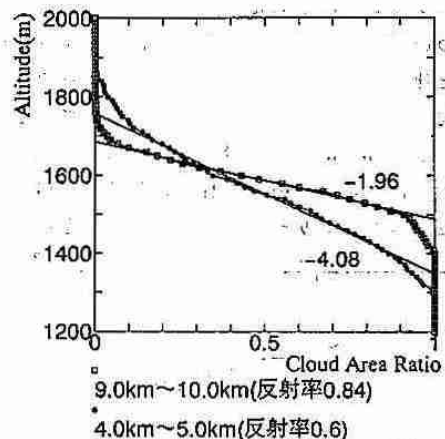
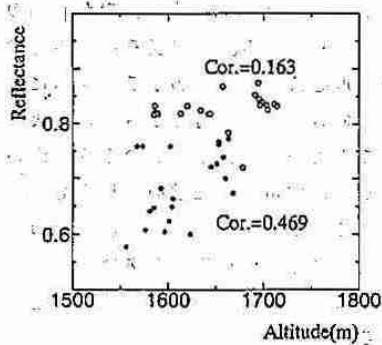


図6：高度が同等の場合の比較



経路①
経路②

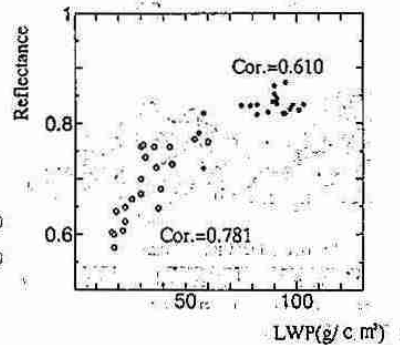


図7：反射率と雲頂高度、LWPとの相関

8. NOAA/AVHRRを用いた北海道西岸带状雲の雲頂構造の解析

勝俣 昌己 (北大・環境)

上田 博・菊地 勝弘 (北大・理)

北海道大学理学部レーダー観測グループ

<はじめに>

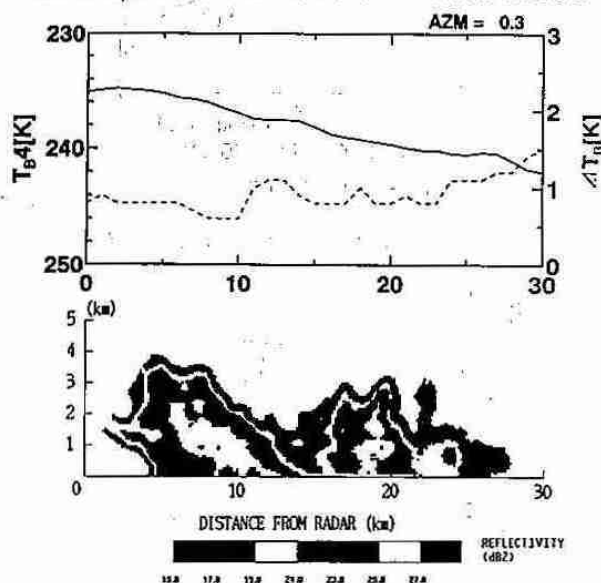
冬期、北海道西岸で発生する带状雲については数々の研究がある。その中で、衛星画像は、他に観測手段の少ない海上の带状雲についての有力な観測手段として用いられてきた。しかし、高解像度の衛星画像を用いた、带状雲の細かい構造についての研究は極めて少ない。

そこで、今回、1992年に実施された“都市の豪雪災害の予測と軽減・防除に関する研究”の集中観測期間中の1月23日～24日にかけて、北海道西岸で発生した带状雲についてNOAA/AVHRRを用いた解析を行ったので、報告する。

<解析方法>

NOAA/AVHRRの赤外2チャンネルの輝度温度データを使用した。そのうち、Ch.4の輝度温度(以後、TB4とする)は、雲頂温度として認識した。また、Ch.4とCh.5の輝度温度差(以後、 ΔTB とする)は、雲の光学的な厚さを表すパラメータとして認識した。

この2つのパラメータと、北大理学部レーダーの反射率データと比較したものを図1に示す。エコー頂は、全体的には北(図の右方向)に向けて低くなっている傾向が見られるが、TB4はそれに対応して北側が低くなっている。また、渦状エコーの“目”の部分に対応する10～15km付近のエコーフリー部では、 ΔTB は大きな値を示



(↑)図1:1月24日0334、方位角0.3°のRHI、及び対応する測線上のTB4(実線)と ΔTB (破線)。

しており、雲の密度が薄くなっていることを示している。

これらを、集中観測期間中に得られた、気象庁の啓風丸、高風丸のデータと比較検討した。

<結果>

このイベントのうち、带状雲が最も発達したステージである24日03:32の画像(図2)について解析を行った。また、啓風丸、高風丸両者の位置を通る直線上のAVHRRデータを図3に示す。

带状雲の西端に位置していた啓風丸のデータと比較してみる。ゾンデデータは、混合層上端が600hPaまで達していたことを示しており、この高度では気温は235Kである。しかし、これに対応するTB4は啓風丸の上空では雲頂温度は230Kと、混合層上端とほぼ同じ、あるいはそれを越えていることがわかる。また、ゾンデで得られた風は、この高度以上では一般風の西風となっている。このことから、带状雲の雲頂部は、対流雲上部から一般風に乗って流されるanvil状の雲になっていることが推測される。しかし、その部分の ΔTB は極めて少ないことから、雲粒子または雪片が高密度で存在していると考えられる。

一方、带状雲の東側に位置していた高風丸のデータと比較してみる。ゾンデでは、850hPaまでの厚さを持つ北北東風がみられた。これは北海道側からの陸風と考えられるが、図2では、この風向に沿った雲列がみられる。この部分では、TB4は250K以下であり、 ΔTB は1～3Kと、高い値を示している。また、両者とも値が細かい変動をしている。これらから、带状雲の東側では、陸風の吹走方向に沿った筋状雲が発生しているものと考えられる。

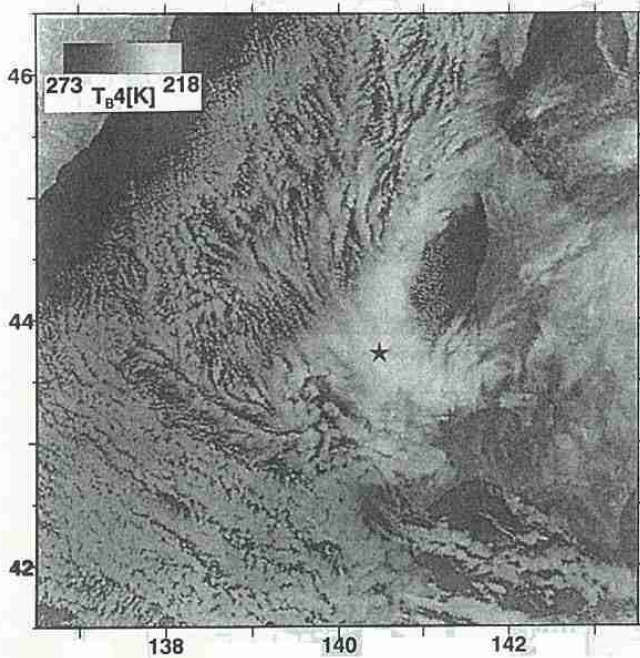
次に、図4の、AVHRRの2つのパラメータの、緯度の異なる3つの東西断面から、南北方向の構造の違いについて考察してみる。带状雲そのものでは、南の方がより高い雲頂を持つことがわかる。さらに、南にいくにつれ、東側の方が雲頂が高くなっているような構造を持っていることも読み取れる。この東西方向の雲頂高度の差に対応して、雲頂部の光学的な厚さも、東側の方がより厚くなっている。これは、带状雲の南の方が、一般風に乗って流される雲粒や雪片が多いこと、また、带状雲が東西方向に不均一、非対称であることを示していると考えられる。

また、带状雲の東端に注目すると、北海道側からの吹走に伴う筋状雲と带状雲との合流部では、44°Nでは雲頂が比較的緩やかな変化を示しているのに対し、44.5°Nでは極めて急な、エッジ状の境界を持っている。この、エッジ状の境界は、筋状雲の上にanvil状の雲がかかっているために、見かけ状急激な“壁”の様にみえることが考えられる。とすると、带状雲は、北の方が、上空の一般風に流されるanvil状の部分がより東へと流されていることを示しているものであろう。また45°Nにおいては、带状雲の東方はほぼ陸地であり、筋状雲はみられない。これは、带状雲に対する東側からの熱の供給が断たれたことを意味している。

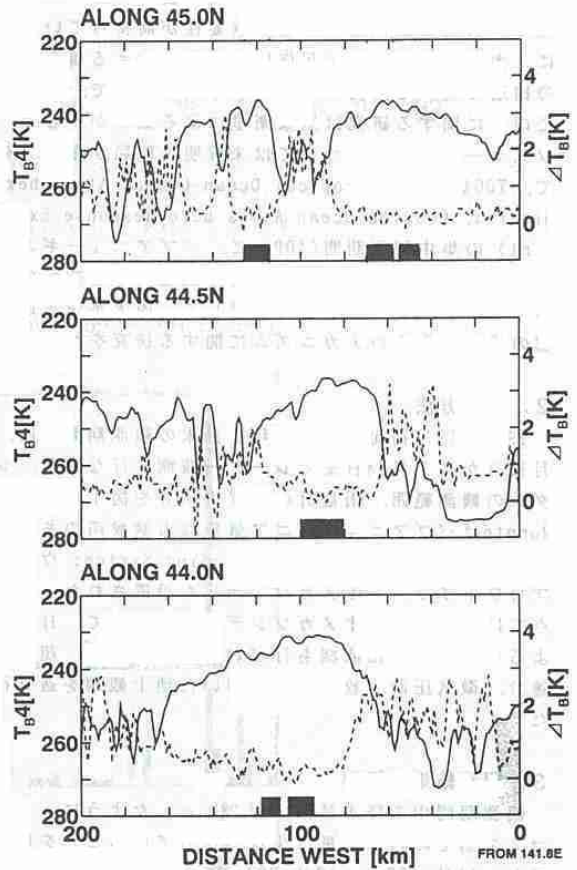
以上から、このケースの带状雲は、南から北へ行くにつれ、より時間的に進んだ段階にあること、つまり、南部では未だ発達・成熟期にある带状雲が、北部では既に消滅期にある、ということが考えられる。

<まとめ>

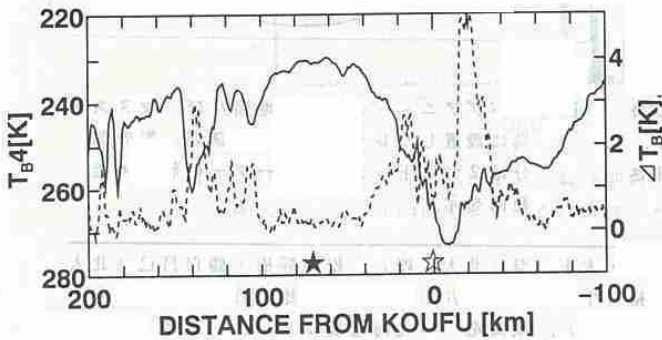
NOAA/AVHRRの赤外2チャンネルのデータより、带状雲と、それに伴う筋状雲の細かい雲頂構造の特徴を捉えることができた。その結果、带状雲がまた、東西方向でも非対称の構造を持っていることがわかった。また、南北で違った発達段階にあることも示唆された。



(↑) 図2: 1月24日0332のTB4画像。図中の記号はそれぞれ、☆:高風丸、★:啓風丸、+:北大理学部レーダーサイトの位置を表す。



(↑) 図4: 45°N、44.5°N、44°Nの各緯線上のTB4(実線)とΔTB(破線)。西端は141.8°E。X軸上の濃い網掛けは啓風丸のレーダーエコー域に対応する。



(↑) 図3: 高風丸と啓風丸を結ぶ線上のTB4(実線)とΔTB(破線)。網掛け部分は陸地に対応する。

9. TOGA-COARE、マヌス島レーダー観測概要

上田 博 (北大・理)・竹内 謙介 (北大・低温研)
 住 明正 (東大・気候システム)・藤吉 康志 (名大・水圏研)
 J-COAREマヌス島レーダー観測グループ*

1. はじめに

西太平洋赤道域は世界で最も表面海水温の高い場所であり、発達したクラウドクラスターが頻繁に発生する領域として知られている。この領域の雲の活動に関する研究は、気候変動の観点から、重要性が高まっている。特に、大気・海洋間の相互作用の問題を考える場合には雲の構造に関する研究が必要である。これまで、この領域での雲に関する研究は気象衛星による観測が中心で、メソスケールの構造については未解明の問題が多い。そこで、TOGA-COARE (Tropical Ocean-Global Atmosphere program, Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment) の集中観測期間 (IOP) に、パプアニューギニア、マヌス島に北海道大学の理学部と低温科学研究所の2台のドップラーレーダー等を設置して、西太平洋赤道域の雲の構造と発達のメカニズムに関する研究を行なった。

2. 観測方法

1992年11月初旬から1993年1月末の観測期間の内、11月12日から1月24日までレーダー観測を行なった。レーダーの観測範囲、雨量計の設置場所等を図1に示した。Momoteはパプアニューギニア気象局の測候所のある地点で、米国のISS (Intensive Sounding System: ウィンドプロファイラー+オメガゾンデ) も設置された。この地点では1日4回のオメガゾンデ観測に加えて、日本隊によるゾンデの強化観測も行なわれた。その他、超音波風速計、微気圧計、放射計等を用いた地上観測を適宜行った。

3. 観測結果の概要

観測期間中の降水量は、図2に示したように、最近のマヌス島での月降水量は少なくなっていることを反映してか、11月 158mm、12月 204mm、1月 (28日まで) 247mmと少なかった。月降水量は少なかったが、図3の4地点の日降水量の変化にみられるように、何度か顕著な降雨が観測された。多くはシャワー性の降雨であったが、クラスターの通過時などには持続する弱い降雨も観測された。

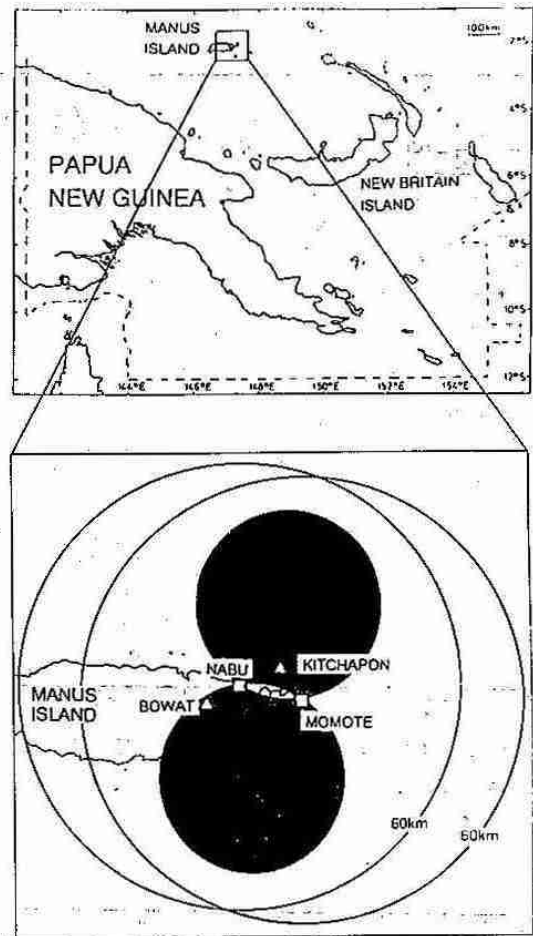


図1. パプアニューギニアの地図及び、マヌス島に設置したレーダー等の観測網。影の部分は2台のドップラーレーダーの解析可能範囲を示す。

*上田 博・遊馬芳雄・高橋朝宏・清水収司・菊地 理・木下 温 (北大・理)、松岡静樹・勝俣昌己 (北大・環境)、菊地勝弘 (北大・理)、佐藤晋介・立花義裕・牛山朋来・大井正行・遠藤辰雄・竹内謙介 (北大・低温研)、藤吉康志 (名大・水圏研)、末田達彦 (名大・農)、城岡竜一 (北海道農試)、西 憲政 (京大・防災研)、富田智彦・植田宏昭 (筑大・地球科学)、住 明正 (東大・気候システム)

レーダー観測からは、高度8 km以上の雪の層(アンビル部)の広がりや、エコーの組織化のプロセスなどが注目された。厚い雪雲の存在は、雲の写真、レーダーエコーの鉛直断面の解析などから確かめられつつある。

4. まとめ

現在、雲の構造や発達過程の解析を進めており、熱帯の雲の構造が明らかにされると期待される。今後は、TOGA COAREの観測期間の気象衛星データやゾンデ等のデータを集集し、西太平洋赤道域のラージスケールの雲分布とレーダーで観測した雲の構造との関係を明らかにしたい。各ケースの雲の特徴については、個々の研究発表で報告する。

<謝辞>

観測にあたっては、パプアニューギニア気象局の協力を、また、レーダー等観測機材の輸送には海洋科学技術センターの協力をいただいた。

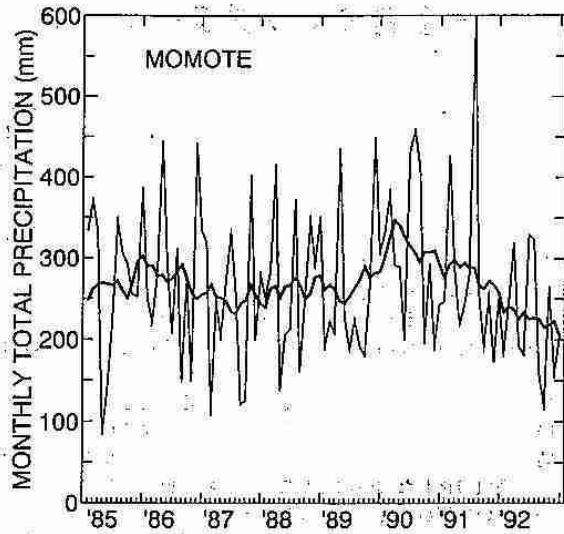


図2. 1985年から1992年までの、パプア・ニューギニア、マヌス島観候所での月降水量の変化。太い実線は11ヵ月の移動平均を示す。

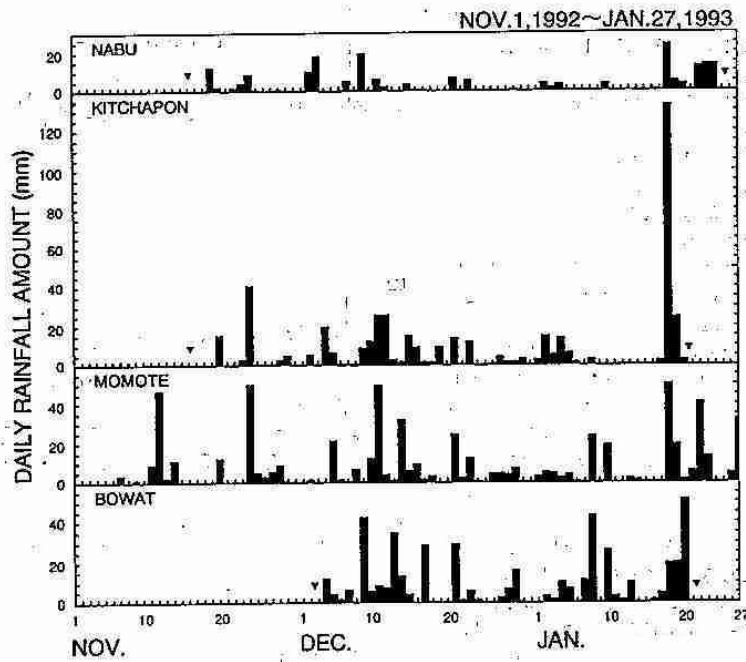


図3. 1992年11月から1993年1月の観測期間内の、図1に示した4地点の1日降水量変化。Momoteを除く3点の観測開始日と終了日を▼で示す。

10. TOGA-COARE、マヌス島レーダー観測 — 1台のドップラーレーダーで見たエコーの特徴 —

高橋 暢宏・上田 博 (北大・理)

J-COAREマヌス島レーダー観測グループ

1. はじめに

TOGA-COAREのバブアニューギニア、マヌス島のドップラーレーダー観測では、膨大な量のデータを取得することができた。これらの中にはスコールラインやクラウドクラスターに伴う対流雲や層状降水雲、また、日中に島の中央部で日射によって発生する対流雲などが観測された。

今回の解析では、まず熱帯の雲の基本的な要素である対流雲を構成する個々の降水セル（エコーセル）の振舞いを明らかにする目的で、比較的単純な構造を持つ孤立したエコーを短い時間スケールで追った。次に、やや組織化した雲の例としてライン状に組織化したエコーの振舞いについて解析を行った。このケースでは下層での突風（ガスト）の発生のタイミングや、このガストのライン状エコーに与える影響に注目した。

2. 孤立エコーのライフサイクルについて

この解析では、熱帯域での降水セルの大きさ、高さ、ライフサイクルなどを把握するために、追跡しやすい孤立したエコーについて、その振舞いを調べた。

解析は5分毎のドップラーレーダーのPP1(仰角3°)及びRH1データを用いて、1992年11月23日の13LST(LST=UTC+10hour)付近に発生したエコーについて次のように行なった。

- 1) 追跡するエコーの面積をPP1データから求める。
- 2) ドップラー速度の傾きから計算した発散場の面積を求める。
- 3) RH1データからエコー頂、及びエコー内の循環を調べる。

まず、結果を示す前に大まかに発生時の状況について述べておく。現時点ではサウンディングのデータがまだ得られておらず正確な状況は分からないが、GMS画像からはこのあたりには明瞭な雲は現われていなかった。また今回解析したエコーはそのライフサイクル中にほぼ停滞しておりこのことから、風速が弱く、熱的にもそれほど不安定ではない状態であったと推測される。

解析結果のうちエコー面積、エコー頂の時間変化を図1に示す。このエコーの出現から消滅までの時間は約130分でこの間に新しいセルも形成され、消滅した。このエコーのライフサイクルは、5つのステージに分類することができた。以下にその特徴を表わすと、

①エコーの出現時。面積は50km²以下(長径6km程度の楕円形)、エコー頂も5km以下で、反射強度も弱くエコー内に明確な循環は現われていない。

②1次循環の形成期。このステージで面積、エコー頂が急激に高くなり下層では収束域が支配的になる。エコー内には明確な循環が形成された。この時に雲に流入する気流の高さは約2kmであった。

③2次循環の形成期。このステージでも面積、エコー頂とも増加し続けたが、下層では収束が支配的な状況から発散が支配的な場になる。また、エコー内の循環では下層の発散場の原因となった下降流がみられ、②の循環のほかに高度約6kmに新しい循環が形成された。

④かなたの雲(アンビル)の出現。このステージでエコーの発達は最大に達したが、エコー面積は広がり続けている。この時の循環は下層での下降流の支配が強くなったが③の循環は維持されていたが高度10km付近でアンビルが現われてきた。

⑤消滅期。このステージではエコー面積はピークに達するがエコー頂は、急激に下がる。エコー内の循環は弱く層状化した。

これらのことから注目すべき点は、下降流の発生とエコーの2次

循環の発生が同じ時刻に現われたことである。この時のエコーは下層では下方に引き延ばされ、逆にエコー頂付近では上方に引き延ばされていたことになる。下降流によって下層の風速は2~4m/sから8m/s程度に増加した。その下降流をもたらす主な原因としては大粒の雨の落下の効果によると考えられる。このような循環の分離は熱帯域の降水の1つの特徴であると考えられる。

次に興味深いのは、エコー域のピークの出現がエコーの衰退期に現われたことである。この原因の1つにはアンビルの形成がある。充分発達したエコーは圏界面または、安定層の高さで水平方向に広がることによりアンビルを形成しエコー域を広げていると考えられる。しかし、このことはエコーの衰退期と必ずしも対応する必要はない。他の原因としては、下降流の形成により上昇流域が分断されることにより上昇流域の集中化がなされず分断された弱い上昇流域にエコーが形成された結果、エコー域が広がったと考えられる。

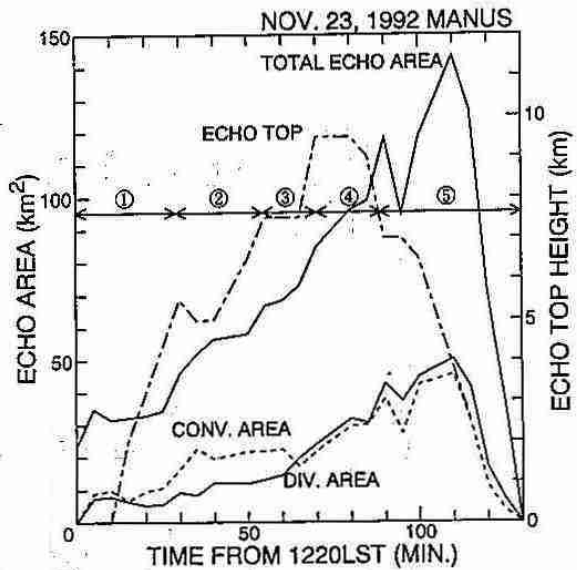


図1. 1992年11月23日の孤立したエコーの面積、発散場($>10^{-3}s^{-1}$)の面積、収束場($<-10^{-3}s^{-1}$)の面積、及びエコー頂の時間変化。

3. ガストを伴うライン状エコーの解析

熱帯域でのメソスケールの場合、下層の風系に対して変化を与える要素として発達した積乱雲からの下降流による発散流が考えられる。この発散流は時には突風(ガスト)として現われる。この発散流はしばしば周りの風との間に収束を形成し新たな雲を作り出す。このようなガストの強さ、厚さ及び継続時間を明らかにすることが雲の組織化を考える上で重要になる。

そこで、12月16日に発生したガストを伴ったライン状エコーに対して、ガスト発生の経過とガストのライン状エコーに与える影響について解析した。用いたデータは15分毎のPP1のボリュームスキャン(14~16仰角)のデータ及びRH1のデータである。

図2 aに1958LSTから約15分毎の仰角0°のPPIの反射強度を示す(時間を追ってエコーの位置を下にずらしている)。図中に破線で示した領域がドップラー速度場から見積ったガストフロントの位置である。ガストフロントの検出法についてはUyeda and Zrnich(1986)のクライテリアを用いて簡便にドップラー速度パターンから検出した。つまり、ドップラー速度の動径方向のピーク値を示す領域をガストフロントとした。また、VAD法による風のプロファイルからは1km以下では一般風は5m/s以下の値を示しているため、それ以上のドップラー速度を示す領域もガストとして考えた(ここでは8m/sを閾値にした)。また、対応するセルを直線で結んだ。

ガストフロントは、まずライン状エコーの中央部で見られた。時間の経過とともにガストをもたらしたエコーは消滅しガストフロントの前方に新たなエコーが形成された(2028LST)。一方、(a)で示したエコーからのガストは(2028LST)になって現れ、長時間継続した。

図2 a全体で特徴的なことはライン状エコーの走行の変化である。1958LSTの時点では走行は北東-南西であったが、2028LSTにはほぼ東-西の走行に変わり、2114LSTに再び北東-南西の走行に変わった(2114LSTのエコーの西端の部分は島の影響で走行が変わっていない)。このようにガストに伴う新しいセルの発生が、ライン状エコーの走行に大きく影響した。

続いて、ガストとなる風速成分の供給源を調べるために図2 a中の矢印で示した方向のRHIの15分毎の様子を図2 bに示す。図2 b中の点描部はドップラー速度が8m/s以上の領域を示しており、エコー内にはこれ以上の値を示すところはない。この点描部を時間を追って調べると、1958LSTの時点では高度1~1.5kmにおいて風速の速い層が現われているが下層には達していない。この強風層の存在は風のプロファイルともほぼ一致する。時間の経過とともに強風層はエコー内に侵入し2025LSTになって海面に達し、ガストとして観測された。その後ガストはエコーの前方に進み新しいセルの形成に寄与した。反射強度の変化を見ると最大反射強度は1958LSTに現われ、その後はやや弱いながらも強さを維持していた。エコー頂に関して言えばガスト発生後も上方へ成長し続けたが、エコー自体の幅は広がっていった。

以上のことからガストの発生のメカニズムとガストの果たす役割について考察する。まずガスト発生についてであるがガストの発生のタイミングと下層での反射強度のコアの出現に時間的なずれがあることから、ガストの発生は大量の降水粒子をエコー内の上昇気流が支えきれなくなったことによるものではない。それよりはむしろエコー頂が急激に増加する時にエコーの後面から流入した気塊が蒸発の効果によって冷やされることにより下降流を形成し、かつモーメントの下方輸送をした結果であると考えられる。これはエコー頂の成長の止まった後は新たなガストが見られなかったこと

からも説明できる。ガストは、エコーの前方に新しいエコーを作り、その結果ライン状のエコーの走行に変化をもたらす。

4. 結語

熱帯域で発生した孤立した降水エコーとバンド状エコーについて解析を行ったが、それぞれに共通することは下降流発生とガストの発生がエコーの発達の上で起こることであった。このようなことは中緯度では見られず、発生のメカニズムについてさらに熱力学的な解析をするとともに雲物理学的な考察をする必要がある。

孤立したエコーの解析結果は暖かい雨の過程の1次循環と冷たい雨の2次循環の存在と、それらの分離と結びつきが熱帯の雲を考える上で重要であることを示唆している。また、ライン状エコーで見られたガストは中緯度で見られるものとも共通点があるが、継続性、風速等の吟味を今後行う必要がある。

参考文献

Uyeda, H. and D. Zrnich, 1986: Automatic detection of gust fronts. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 3, 36-50.

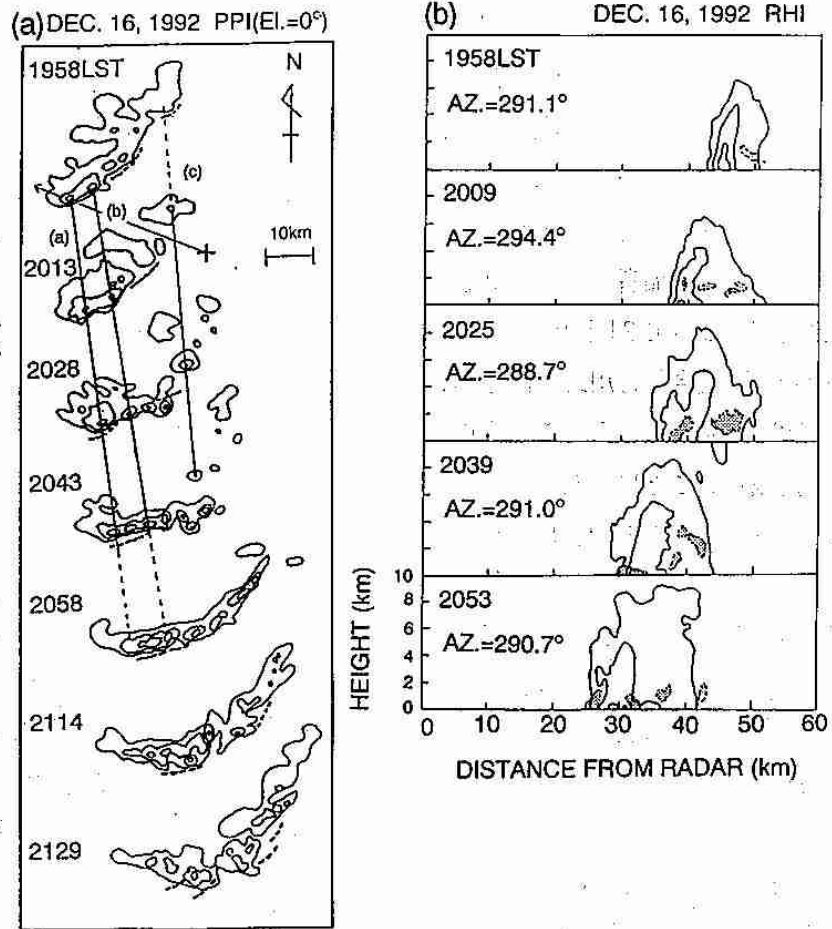


図2. (a) 1992年12月16日に観測されたライン状エコーのPPI(仰角0°)の反射強度の約15分毎の変化。コンターは19dBZから8dBZ毎。+印は1958LSTのエコーに相対的なレーダーサイトの位置を示す。破線はガストフロントの位置を示す。矢印は図2 bに示す鉛直断面の方向を示す。(b) 図2 aで示した方向のRHIの約15分毎の反射強度。コンターは図2 aと同じ。点描部はドップラー速度が8m/s以上の所を示す。

日本気象学会1992年秋季大会（札幌）報告

1992年の日本気象学会秋季大会は、10月7日から9日まで、札幌市教育文化会館、及び、北海道厚生年金会館で行われた。実施状況は次の通りである。

研究発表会 284題（内ポスターセッション11題）

参加者 362名

シンポジウム 「都市の豪雪」 —ここまできた降雪の観測と予測—

参加者 200名

講師 村松照男（札幌管区気象台）

上田博（北海道大学理学部）

藤吉康志（名古屋大学水圏研究所）

浅井富男（東京大学海洋研究所）

二宮洸三（気象庁予報部）

懇親会 1992.10.7 北海道厚生年金会館

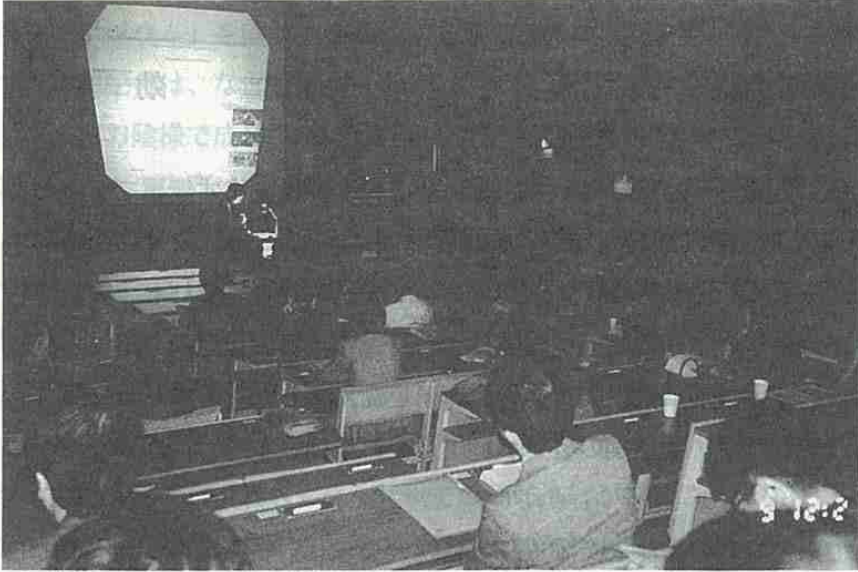
参加者 212名

4会場制になって2回目の大会であり、研究会も活発に行われ、内容豊かな大会であった。また、北海道支部の今勝義会員と川野浩会員に奨励賞が授与された。大会の成功は支部会員の協力の賜であった。ここに、次回の北海道地区での大会の成功のためにも、今回の大会をふり返って気付いたことについて会員の寄稿を掲載することにした。

尚、シンポジウムの内容については、「天気」40巻6号373～402ページに報告されています。

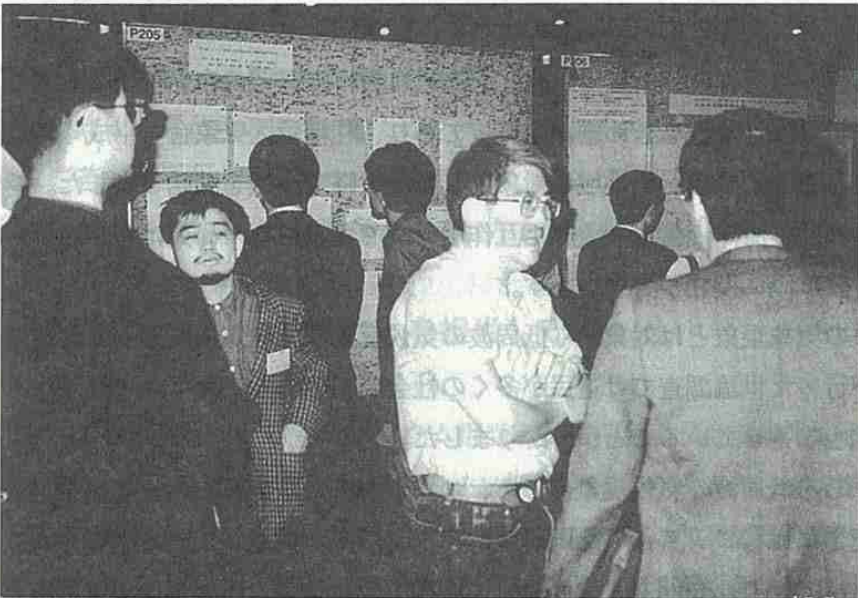


◀総会風景



日本気象学会1992年秋季大会

◀研究発表風景



◀ポスターセッション



◀懇親会風景

1992年日本気象学会秋季札幌大会

久保田 効

標記大会は、成功裡に挙行されました。大変喜ばしいことです。成功裡というのは、まず無事であったこと、4会場使用できて過去最高に近い研究発表数(284件、最高は289件)となったこと、決算に余裕が生じたこと、130名参加の懇親会に菊地教授提案の北海道の味覚を提供できたこと等です。これも、大会の約1年前に発足した大会準備委員会および気象学会本部の講演企画委員会の委員によるお世話のお陰だと感謝しています。大会準備委員会は、大会の約3カ月前に大会実行委員会と名を変えました。その時点で気象台職員の転勤による委員の入れ替えがありましたが、他機関の委員が、よくそれを補強してくださったことに感謝します。

シンポジウム“都市の豪雪—ここまで来た降雪の観測と予測—”は札幌大会らしい特色をもったものでした。主題はいかにも工学的に聞こえますが、実際の内容は副題のように、理学的なものでした。

雪のメソ量的予報は、交通手段の確保や除雪作業の準備のため、北海道にとって需要の高い予報です。札幌総合情報センターでは既に札幌市周辺の降雪予報をきめ細かく行っており、札幌管区気象台も平成4年12月から、各支庁を3分割した程度のこれまでより細かい地域を対象にして最大降雪予報を開始しました。シンポジウムや大会のメソ現象部門や雪部門、海洋・雪氷・大気相互作用部門で発表された研究は将来これらの業務的予報の精度向上を図る上で、陰に陽に役立つと思います。

このようなどちらかといえば高周波の気象現象とは対症的な低周波の気候変動や地球環境問題も北海道地方にとって重要なテーマです。道庁が行った世論調査では道民が多くの社会問題のうち、オゾン・温暖化・酸性雨などの地球環境問題に最大の関心を寄せていることが分かりました。

北海道における高周波の気象現象にしろ低周波の気候現象にしろ、ユーラシア大陸や日本海、オホーツク海からの影響が重要です。これらの把握には、ロシアとの共同研究やデータ交換が貢献します。幸い北大では「永久凍土日ロ共同研究」を発足させていて、今回も北大低温研に滞在中のロシア人研究者による融氷実験の発表がありました。ロシアの水理気象局とも自由な学会活動を通じて交流が出来ればロシアの観測データの事情など明白になるのではないかと期待されます。

札幌大会へのご協力有難うございました

澤田 可洋

気象学会全国大会が札幌で開かれる、おまえはシンポジウム担当である、と聞かされて昨年4月に赴任してきました。気象学会北海道支部理事をおおせつかったうえ、大会実行委員会の中では懇親会、報道対応なる役もいただきました。役職上とは言え、これまで地震、火山分野の仕事が長かった私には、これは大変という思いと、エイ何とかなるだろうとの決心(?)が同時進行でした。

案ずるよりは... の例えではありませんが、私とともにシンポジウム担当をされた播磨屋先生、遠藤先生、村松予報課長は当方の実状を十分ご承知でした。札幌大会にふさわしいテーマとして選定された「都市の豪

雪シンポジウム」を盛り上げるにはどうしようか、何を狙おうか、講師にはだれを、講演内容はこんな趣旨で、時間配分は、などなどが打合せの中で具体化して行きます。講師各位にもご理解をいただき、当シンポジウムはお陰様で成功裡に終わりました。私自身も豪雪について改めて勉強させていただきました。このシンポジウムの内容は播磨屋先生のご努力で天気に掲載される運びとなっています。

シンポジウムの後に設定された懇親会も大盛況で、菊地先生のアイデアによる札幌大会らしい食品も大受けでした。また、最近では異常気象、気候変動、地球環境への関心が強まっていますが、札幌大会でもこの話題を中心にマスコミの取材が活発でした。実質の報道対応担当を村松予報課長に押しつけてしまいました。発表の特色、その内容、トピックスなどの解説を丁寧に行ってください、この面でも好評でした。

なお、参加者を会場から呼出す方法にはもう少し工夫がいると思います。また、学会が発展するとともに、複数会場、別フロア、さらに別建物での同時進行が続くこととなりますが、他の会場の進行状況を容易に把握できるような何か良いアイデアはないのでしょうか。それから、自分のことで恐縮ですが、火山現象のリモートセンシングに興味を持つ私にとって、気象学会との係りは大変に有益です。同好の士はまだ限られています。今後ともよろしくお願いいたします。

私は昨年4月からの担当でしたが、大学、気象台の学会担当の方々には会場探し、資金のやりくりなどで大変なご苦労だったと思います。開催前、中、後の幹事の皆様の献身的な活躍には頭が下がります。準備をただけで、あえなく(?) 転勤となった方々も含め、お疲れ様でした。

シンポジウムを担当して

播磨屋 敏 生

今回の秋季大会では、シンポジウム担当として準備委員会の段階から運営に加わり、最終的には、実行委員としてD会場の責任者、大会前日のメソ気象研究会の講演者、シンポジウム座長、スペシャルセッション「雪」の呼びかけ人代表として忙しい4日間であった。メソ気象研究会報告は「天気」4月号に印刷され、スペシャルセッション「雪」の報告は「天気」6月号に印刷予定なので、ここでは座長をつとめたシンポジウムについての感想を述べることにとどめる。

5年前の札幌での大会でもシンポジウムのテーマとしてやはり豪雪をとりあげた。しかし、その後、複数のドップラーレーダー、航空機を使った科学技術庁関係のプロジェクトが東北地方で数年にわたり、また文部省関係のプロジェクトが北海道で平成4年冬に行われた。他方、数値予報及び数値実験では、気象庁でのJSMモデルによる数値予報、またその他の人による微細格子のモデルによる研究と進歩がみられた。また札幌では、札幌総合情報センターが独自のレーダーと札幌市内50カ所に設置したマルチセンサーなどの情報をもとにした予報を営業運用することになっている事等をふまえて、豪雪をとりあげて“ここまで来た降雪の観測と予測”と副題をつけたテーマにした。各講師の方々には、実態と予報、観測(I、II)、数値実験、中小規模擾乱のまとめの話題を提供してもらった。

今回特に注意したことは、過去のシンポジウムでは各講演者に対する質疑応答のみで、シンポジウムの特徴である総合討論が十分に行われない例が多いので、そうならないようにしようということであった。シン

ポジウム前に、豪雪に係る各スケールの擾乱についての研究の現状と問題点、各擾乱の豪雪に対する位置づけ、石狩湾という地形効果等々、自分なりにまとめて準備をした。質問がとぎれた場合を考えて、あらかじめ何人かの人に質問を頼もうかとも念のために考えた。しかし、それではあまりにも座長主導型で作られたシンポジウムになる恐れがあると思い、それはしないことにした。座長がうまく話しを進行させると、自然にその時々適切な質問が出てくることを信じた。シンポジウム終了後に何人かの会員から、今回のシンポジウムは大変興味深く盛会だったとおほめの言葉を頂いたので、各講演者、討論に加わった人達へ感謝している。またシンポジウム終了後、講演者及び記録係のご協力を得て「天気」へのシンポジウム報告を早急にまとめることができた事にも感謝している。シンポジウムの内容については、各講演者による講演の要旨と討論をまとめたものが、「天気」6月号に印刷されるので、そちらにゆずることにする。

札幌大会を終えて

遠 藤 辰 雄

私の担当は懇親会総括と奨励金贈呈式・シンポジウムの会場係りであった。シンポジウムと懇親会は、その大会の顔であり、善し悪しが語り草となるので、決して気の抜けない重要な行事である。それだけに腕の見せ所であり、考えようによっては、やりがいのある仕事でもある。

シンポジウムの企画委（澤田、播磨屋、村松、遠藤）は今最も関心の高いものは何であるか、地方大会の場合はローカリティを強調する例が受け入れられ易いなどと話し合い、6年前の前回は私の提案で降雪に関して“どか雪”としたこともあり今回はそれでないものをと考え、一例として気候変動に関しENSOが北海道（北日本）にもたらす影響・効果を気象以外も含めた各分野から話題を集めてみるなどが挙げられた。この関心は一致したのですが、しかし、それについて答えられる研究が出来上がっていないこと、さらにENSOと北日本の気象事象との関係は不明確であるという当時の気象庁の公式見解に整合しないことが障りとなった。そこで菊地先生が代表者で文部省科学研究費「重点領域」（都市の豪雪災害の防除と予測に関する研究）の最終年度で、まとめに早すぎはしても、次回の5年後では21世紀になり、遅すぎるの感があり、今世紀最後の御当地のお家芸である「雪」に関するテーマということで「都市の豪雪」—ここまでの降雪の観測と予測—が実行委員会承認された。講師は村松照男、上田博、藤吉康志、浅井富雄、二宮洗三の各会員であり、司会役の播磨屋敏生会員が講師との折衝、アブストラクトの印刷、シンポジウムの記録、「天気」への報告までの一切を遂行された。また、私のところの大学院生の立花義裕君のアイデアをいれて、スペシャルセッション「雪」を同時にたてることにし、シンポジウムでは時間的に含みえないもので、特に新しすぎるもの学際的なもの等のでる幕を設け、この際、全国の雪の研究者に号令を掛けることになった。これらは関係各位の尽力のおかげですべて成功裡に終わった。

札幌での懇親会は従来土地柄ビール園でジンギスカンが定番であり、それを楽しみにして札幌大会に合わせてやってくる会員もいるほどの伝統が築かれたものである。しかし、一方では着席式であるために、なかなかビジネスコミュニケーションや交流できないなどの意見もあり、今回はホテルでの立食パーティ式となった。懇親会は何と言っても料理であり何か特色をつけなければならないのであるが、この道に造形の深

い大会副委員長である恐れ多くも菊地常任理事をコンサルタントに仰ぎ、上田幹事長を先頭にしてホテル側との交渉に臨んだ。宴会担当のホテル営業マン氏曰く「刺身、寿司、そば、オードブルの順に売れて、北海道らしくと加えたジャガイモ・トウモロコシは珍しがられても、どの宴会でも必ず売れ残りますよ。」であったが、再三の検討の末、会員の若さとインテリジェンスを信じて、そばをラーメンに代えただけで、これを敢行した。結果はイモもトウモロコシもきれいに無くなり大成功であった。

シンポジウムと懇親会の会場は背中合わせの位置にあり、移動の無い分だけ時間的な余裕もあって参加者に喜ばれた。結局、参加総数は200名を越える大盛況であった。

事務局をあずかって

藤 山 興 二

平成4年10月7日(水)～9日(金)、標記大会が札幌市の2つの会館で開催された。

この大会は、地方では5年おきに開かれるもので、当支部は前年春から大会準備委員18名からなる委員会を組織したが、事務局をはじめとし、初体験の委員が多く、手さぐりのことに当たるが多々あり、諸関係者にご迷惑をおかけしたことと思う。

会場は、1年半も前に、札幌管区気象台に近い札幌市教育文化会館に決めたが、札幌の秋は学会・催し物のラッシュで、めばしい会館はどこも早くにふさがり、気象学会も他の機関に一步先んじられたため、全館使用は叶わず、筋向かいの北海道厚生年金会館も使うことになった。

最近の気象学会大会は研究発表が増え、今回も284件が予定されたため、従来の3会場では足りず、講演企画委員会の依頼により1会場を追加し、計4会場を確保した。

初日の受付は、会館のきまりで、早い時間の開場ができず、北海道弁でいうと、“ごったがえす”ほどの人数で、受付係だけでは捌ききれず、手近かの実行委員総動員でことに当たった。

郵便振込みによる予約者の方たちにまで、ご迷惑をかけてしまい申し訳なく思っている。できれば、参加者の皆さん全員が、「安い!、スムーズにいく」振込みによる事前予約を活用して下さればと強く思った次第である。ちなみに予約者は32%であった。

ともあれ、3日間の幕は開き、研究発表、学会各賞授与式及び受賞記念講演、シンポジウム、全国理事会及び懇親会、そして全体懇親会と目まぐるしく行事が続いた。その中からのアラカルト。

飲んで講演……

一日目午後のシンポジウム“都市の豪雪”—ここまできた降雪の観測と予測—は、そうそうたる先生方5人が講演を行い、かつ、議論をたたかわずとあって注目のまとであった。

講師の一人である浅井先生は、シンポジウムの限られた時間だけでは言いつくせないものがありとみえ、その日の夜の懇親会が終わってからもシンポジウム会場に戻ってビデオを使った講演を行うなど、学究に立ち向かう熱心な姿勢には感嘆した。

また、それを熱心に聴いて質疑していた会員の皆さんにも敬意を表したい。

VIPにはポケットベル……

私は大会期間中は、努めて3Fの大会事務局につめていたが、いろいろな用務が飛び込んできて、忙しい中にも張りのある3日間であった。

中でも驚いたのは、報道関係が電話をかけてきて、特定の発表者を呼び出して電話取材をしたり、会館のFAXを借りてやりとりした例である。時代とはいえ、取材方法も変わったものである。

取材に限らず、呼出し電話はご本人を探すのがひと苦労であった。

研究発表中の呼出しは出来ないので、プラカード風にして会場を回ったり、OHPで映し出したり、廊下に張り紙をしたりとあれこれ試みたが、いずれもご本人にサインが届くまでには時間がかかり、依頼者もイライラしたことと思う。

お昼の弁当は当たった？……

大会を支えてくれたのは裏方さんである。北大の学生さんを中心に、約70名の方が各セッションで、各自の仕事をしてくれた。お昼に事務局へ弁当を受取にくるのだが、最後はどうも数が合わない。つまり、弁当が足りないのだ。

前日に各係へ数を確認しているのに、どうして？……

仕方がないから、弁当の当たらなかった方々には食堂で摂ってもらい、後で精算したが料金はまちまち。中には、しっかりと力をつけた方も！。

なにはともあれ、いろいろな思い出を残し、ロング・ビック・ランは終わった。

皆さん、軽い事務局を大きな力で支えて下さり、ほんとうにありがとうございました。お陰様で、無事成功裡に終わりました。

最後に、本部浅井理事長から、慰労の意が寄せられていることをお伝えして。

雑 感

若 林 徳 司

日本気象学会1992秋季大会が10月7日から9日の3日間、札幌市教育文化会館において開催された。

受付は2名の実行委員で組織され、大会期間を通して延べ10名の応援をうけ大会運営の一翼を担うこととなった。

受付業務の大部分は大会が開催されてからが本番であることは言うまでもないが今回の大会では参加予約者については当初からネームプレートを作成準備することにした。

この作業は予約者名簿をワープロを駆使し作成していくのだが予約期日を過ぎてからも申し込みが相次ぎその都度ワープロを操作するはめになった。しかし出来上がりは上々で会場で見栄えも良く作成した者としては思わず笑みを浮かべたものである。

さて、ネームカード、懇親会カードも出来上がり、開催前日の夕方に会場に出向き、机、椅子の調達・設

管をすませ当日の受付を待つばかり、ところが翌朝は大混乱を呈したのである。

その原因は、第1に会場のオープン時間にあった。会館側の方針で開場は午前9時と決められているため受付者と参加者が同時に入場し、準備の余裕がないままに受付を開始、その結果たちまち長蛇の列が出来てしまったのである。第2に受付個所を予約受付と当日受付更には来賓受付とに分離したのだが受付スペースが狭隘なためにそれぞれの間隔が接近しすぎ、また案内標示も手作りの小さなものであったために参加者の目に止まらなかったのである。

いづれにしてもこの混乱は事前に予想していた参加数をはるかに上廻ったことにある。当初の予想では3日間で200名の見込みであったが、その胸算用は大きく外れ360名余の参加がありうれしい誤算であった。しかもその7割が大会初日の受付ということからもその混雑ぶりがご想像いただけるものと思う。

無我夢中の3日間でしたが数々の教訓を残した大会でもあったと思います。次回の大会を行うときの参考にさせていただければと思ひ筆をとりました。

日本気象学会奨励金を授賞して

川野 浩

昨年の秋季大会で、日本気象学会奨励金をいただき、ありがとうございました。

私は、気象庁に入って、観測や予報の仕事を10年余り続けておりますが、毎日の仕事の中で刻々と変化する気象現象に興味は尽きません。観測の現場でも、また、予報をする上にも、経験の浅い私にとって、調査しなければならぬ事は無限にあるように思えます。これまで、日本海側の雪や道東の霧などについて、つたない調査を報告させていただいていますが、網走に転勤してからは、フェーン現象や流水などにも興味を感じています。

仕事でいろいろな地方へ転勤するので、それぞれの地域特有の現象が、書物からは得られない「実感」として感じる事ができます。また、気象観測の現業を続けているおかげで、特に努力しなくとも、興味深い現象が自然と目の前に現れてくれます。こうした理由で、私は、現業の仕事が大変気に入っています。仕事が忙しいのは、生活のため仕方がないことですが、少しでも暇を見つけて、現業に密着したテーマで調査研究を続けていくことが私の理想です。

私をもっと勤勉だったら次々と調査するところですが、これまでは忙しさにかまけてほとんど手を付けずにいました。しかし、せっかく奨励金までいただいたからには、これを励みに、少しづつでも調査をして行きたいと思っています。

日本気象学会奨励金をいただいて

今 勝 義

この度、日本気象学会秋季大会で、「渡島・檜山地方の天気予測の開発」の研究題目で奨励金を受ける栄誉に浴し、感激と感謝で一杯です。

研究内容は、府県予報区担当官署において入手できる数値予報資料や地上・高層解析図等を用い、地域の特性を加味した客観的な天気予報の一手法を探ったことで、「冬期の季節風型」、「しくれ」、「北高型」の天気について予報現業に取り入れるためのワークシート化を図りました。

その背景には転勤との係わりがあったと回想しています。転勤はじめは、その土地での季節感や気象特性がよく分からなく、そうこうしてようやくなんとか分かりかけてきた頃に転勤、さらには同じリズムで毎年繰り返す季節やそれに伴って現れる気象現象にも、つい前年のことが忘れっぽくなることなどもあって、自分自身のためのマニュアル作りからはじまった部分がありました。

そして、これらの研究にあたっては先輩諸氏からの適切なご助言とご指導を頂き、その結果が今日の奨励金の授与につながりました。あらためて心から厚くお礼申し上げます。

気象学会の印象

高 橋 暢 宏

前回の札幌での気象学会全国大会が行なわれて以来の2回目の会場係をさせていただきました。前回は、私自身まだ大学4年で右も左もわからない状態だったので戸惑いも多く講演内容もあまり理解できない状態でした。今回は、その間に何度か学会での発表経験を経てきたため積極的に参加できました。今回の札幌大会では会場が前回の北大学術交流会館から札幌市教育文化会館となりちょっと勝手が違うという印象を受けました。特に、会場の配置や、設備の使用方法などについて、最初は戸惑いましたがすぐ慣れることができました。会場係としての全体的な印象は、概ね上手くいったと思えました。大会では、私が担当したA会場ではビデオを使った研究発表もありましたが、滞りなく進めることができました。会場係として不満なのは、自分の興味のある研究を聴きに行けないことですが、今回の場合は担当した会場と聴きたい会場が概ね一致したため良かったと思えます。

他の点で気がついたことでは、初日の受付時刻以前に多くの学会参加者が来ていたがそれに対応しきれなかったようでした。一方で、今回の会場数が4会場に増えたことに対する戸惑いは見られなかったようです。

また、今回のスペシャルセッションの“雪”では、総合討論の議事録を取る係をさせていただきました。忙しいもありましたが、これもよい経験となりました。

前回の札幌大会と比べて新しいことに、2、3年前から大会毎に行なわれるようになった種々の研究会があり、その内の1つのメソ気象研究会は前日に大会会場を使って行なわれ、メソ気象と雲物理に関するテーマであり、雪の話題もあって興味を持って参加できたとともに、大会の準備などの忙しさに拍車がかかったのではとも思いました。

若手研究者にとっての秋季大会

佐藤 晋介

毎年、春と秋に開かれる大会は、各地方にいる研究者が全国の研究者と直接会って、様々な情報交換や研究についての議論を行える数少ない機会です。特に、地方支部が主催する秋季大会では、普段の大会には時間や旅費の関係で参加できない開催地の若手研究者、气象台の方々、関連分野の研究者にとって、最新の研究や情報を知ることのできる絶好の機会であると思われます。そのため、学会に参加する機会の少ない若手の人は、できるだけ講演を聞いて積極的に議論に参加するべきだと思います。大会の運営を担う方々にとっては、会場係や受付のアルバイトを集めることは大変なことでしょうが、このような理由で若手の学生が受付や会場係のアルバイトを断ることがあっても理解して下さるようお願いいたします。

ところで、気象学会若手会という集まりをご存知でしょうか？ これは、全国から集まった若手研究者が大会初日の夜に酒を飲みながら交流を深めるといった主旨で開かれ、参加者全員の自己紹介や研究内容の紹介も行われます。若手会といっても年齢制限があるわけではなく、自分は若手であると思っている人ならば誰でも参加できます。今回の札幌大会では日程の都合で大会初日に懇親会が行われたこともあり、若手会は大会2日目の夜に北大関係の若手が主催して開かれました。北海道の味覚が目当てという人もおり、準備したすすきのの会場には入りきれない程多くの人が集まり、活発な議論や情報交換が行われ、楽しい一時を過ごすことができました。

研究の土台となる基本的知識や専門分野外の理解が不足している若手研究者にとって、様々な研究を行っている他の研究者とのコミュニケーションは、それぞれの研究の発展や新しい研究テーマの発見に非常に役に立ちます。しかしながら、特に地方にいる研究者にとっては、そのような機会はかなり限られていると思われます。若手会も一つの良い機会ではありますが、年に2回だけのことでし大会に参加できない人もいます。また、毎年各地で開かれている夏の学校も、若手研究者にとっては非常に有意義なものですが、時間と費用がかかります。そこで、ここでぜひ紹介しておきたいのが、ymnet(Young Meteorologist Network)です。これは、学術ネットワークによる電子メールシステムを利用した情報交換の場で、現在100名以上のメンバーが登録しています。詳しい内容は、近々天気誌上に掲載される予定ですのでここでは省略しますが、学術ネットワークを利用できない人もNIFTY-serveやPC-vanといった商用ネットワークに加入すればymnetに参加することができます。

思いつくまま書いてきたところ、秋季大会の話題からだいぶ逸れてしまいました。最後に、若手会のますますの発展と若手研究者のより一層の活躍を願って本文を終わりたいと思います。



一夏季大学雑感一

第11回夏季大学「新しい気象」講座雑感

気象協会道本部 若林徳司

回を重ねて第11回を迎えた夏季大学講座は、この夏も日本気象学会北海道支部と札幌市青少年科学館との共催により7月28日、29日の両日にわたり開催されました。

28日は青少年科学館実験室、29日は日本気象協会北海道本部会議室をお借りしての開催である。両会場とも多少手狭な感はいなめないが、蒸し暑いこの時期での開催でもあり、冷房設備の整ったところと思いい会場を選定したところ、皮肉なもので7月の上旬から中旬にかけての夏日は下旬には全く見られず当日は冷夏のまっただ中、お世話役の気配りも取り越し苦労に終わったのである。

しかし、講座そのものは定員60名を募集したところ、52名の参加希望がありそのうち50名が受講され、近年にない盛況振りであった。受講された方々の顔を拝見すると見なれた方々が数多く参加されており、毎年この講座を楽しみにしておられる様子が、うかがえました。

さて、講座は「科学の箱舟」として札幌市青少年科学館が昭和56年に開館した2年後の昭和58年から毎年開催され、昨年は第10回という大きな節目を迎えることが出来ました。

そこで今年は新たなスタートという観点から、担当理事、幹事および青少年科学館の水野氏にも加わって戴き何か新しい企画でのスタートを切りたいと論議を重ねましたが、結局、名案は浮かばず、限りある予算の中での大きな変化を求めることは無理との方向性が出され、先ずはこの講座を楽しみにされている方々のために「新しい気象」という題にあまり拘らずタイムリーで、かつ判りやすい話題を提供しこの講座を継続していくことが大切との結論になりました。

そこで今年の講義は、タイムリーな話題ということで、平成4年7月に札幌で発生した「竜巻」を取り上げ、また気象とは多少掛けはなれますが、スイフト・タートル彗星の回帰による「流れ星の大出現」という身近な話題も取り上げました。

その他に、地球的な視野に立って、環境問題を考えるという意味から「気候変動」さらには、気象情報が流通業界にどのように利用されているかを知るために「流通と気象」など合わせて4題の話題を提供して戴きました。

いずれの講義も各講師には熱心な講演を戴き、また受講生の方々からも、活発な質問が寄せられ活気ある講座になったことは、お世話する者として、この上ない喜びに堪えません。

最後になりましたが、この講座の開催に当り、会場の準備や接待役を快く引き受けて戴いた札幌市青少年科学館の学芸係、気象協会北海道本部の総務係の皆さんに、この紙面を借り厚く御礼申し上げます。



第11回夏季大学「新しい気象」講座

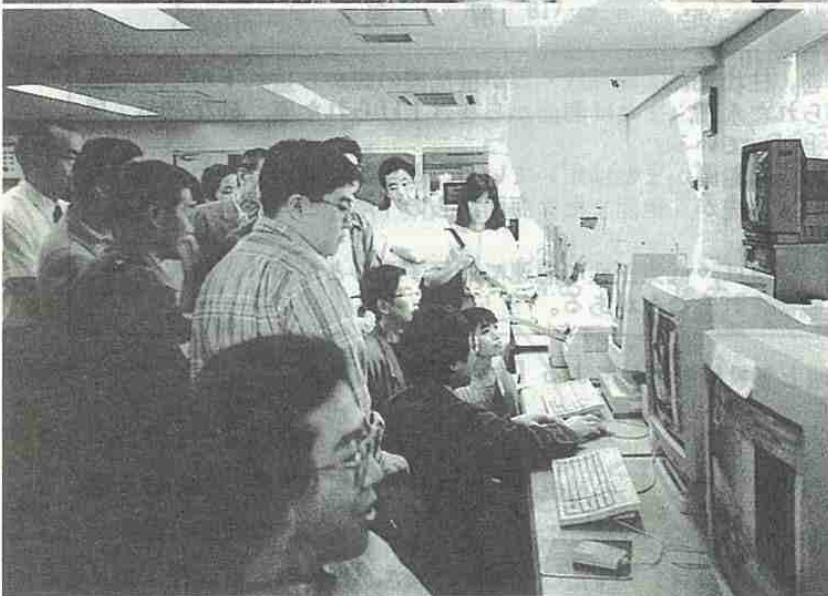
◀ 受講風景

(青少年科学館にて)



◀ 受講風景

(気象協会北海道本部にて)



◀ 気象情報センター見学

(気象協会北海道本部にて)

—夏季大学講座内容①—

た つ ま き

北海道大学理学部地球物理学科助教授 上 田 博

1. はじめに

最近、ビデオカメラの普及で、「たつまき」を映像としても見る機会が多くなった。視覚的には、「たつまき」は強力な風の渦巻としてとらえられ、その被害の強さから規模が推定される。しかし、「たつまき」発生メカニズムにはまだ謎が多い。ようやく、ここ10年の間に急速に発達した気象用ドップラーレーダーによって「たつまき」の渦が直接観測される様になり、「たつまき」の構造と発生機構の解明の糸口がみいだされるようになった。

この、謎の多い「たつまき」について、これまでにわかっていることについてまとめ、札幌周辺で発生した「たつまき」を例にして竜巻の構造についての理解を深め、「たつまき」から逃れる術

(すべ) について考察する。

2. 「たつまき」についての知識

「たつまき」は強力な風の渦巻として知られる。しかし、その大きさ、強さ、及び持続時間などの量的な尺度を用いた簡単な定義はない。公の定義としては、気象庁の「地上気象観測法」の“大気現象の定義”のなかに、表1に示したような「たつ巻」の定義がみられる。「たつまき」についてのより詳しい説明は、「気象の辞典」の「たつまき」の項目にみられる。「たつまき」のことをもっとよく知りたかったら、藤田著の「たつまき上 - 渦の驚異 -」がわかりやすい。ここでは、多くの研究者の最近の研究成果も取り入れて、「たつまき」についての簡単な説明を試みる。

種 類	記号	定 義 解 説
たつ巻 Spout	⌈	激しいうず巻。柱状または漏斗状の雲が積乱雲の底から垂れ下がり、海面から巻き上げられた水滴、または海面から巻き上げられた塵、砂などが、尾のように立ち上がっている。 漏斗状の雲の軸は鉛直かまたは傾いている。ときには曲がりくねっていることもある。漏斗の先が、地面または海面からの「尾」とつながっていることが珍しくない。 たつ巻の中の空気は、低気圧性に急速に回転することが多い。積雲の下に弱いたつ巻が観測されることがある。

表1 気象庁「地上気象観測法」による「たつまき」の定義

(1) 「たつまき」の強さと被害

北海道の「たつまき」としては、1992年7月9日札幌市内に発生した「たつまき」が最も記憶に新しい。この「たつまき」では、図1のようにゴ

ルフ場のフェンスが倒れたり(図1上段)、家屋の屋根が飛ばされる(図1下段)などの被害がでた。このような「たつまき」の被害の程度から、「たつまき」の強さが推定される。強さの尺度と

しては、表2に示したような、藤田による「Fスケール（藤田スケール）」がよく用いられている。このスケールに従うと、1992年7月9日に札幌市内に発生した「たつまき」はF2の強い「たつまき」であったといえる。

日本の「たつまき」の強さはF3止まりであるが、アメリカ合衆国ではF5といった想像を絶する「たつまき」の記録がある。しかし、アメリカ合衆国に発生する9割の「たつまき」の強さは日本の「たつまき」の強さと変わらない。では、「なぜ、アメリカ合衆国ではF4やF5といった激烈で想像を絶するような「たつまき」が発生するのに、日本ではF4やF5といった「たつまき」がないのか？」という疑問が起きるが、このことについては、気象ドップラーレーダーを用いた積乱雲の観測が進んだおかげで答が出せそうなところまで研究が進んできた。

なお、水上の「たつまき」では、被害を調査することが困難なので強度の推定もむずかしい。そこで、以後は陸上の「たつまき」について説明する。

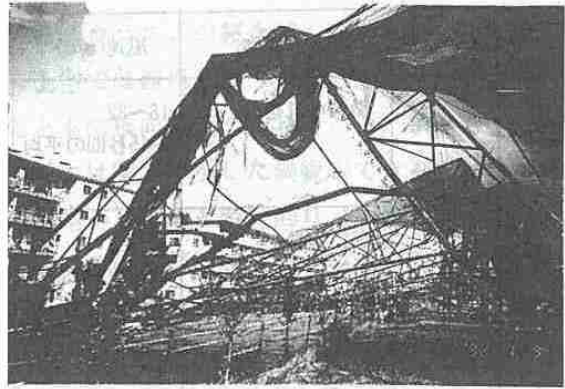


図1 1992年7月9日札幌市内に発生した「たつまき」の被害写真

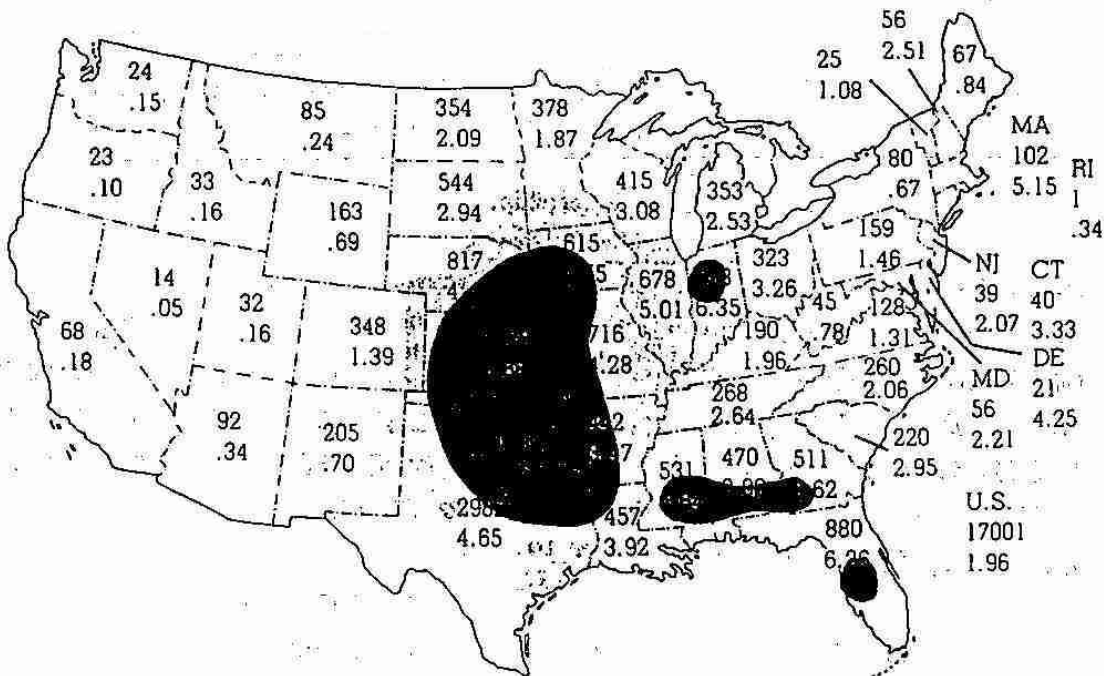


図2 1953年～1976年にアメリカ合衆国の各州で発生した「たつまき」の数(上)と10,000平方マイル(約25,900km²)当たりの年平均「たつまき」発生数(下)。〔「Meteorology Today」, Donald C. Ahrens 著より〕

スケール	名 称	風速(m/s)	被 害
F 0	微弱な竜巻	18~32 約15秒間の平均	煙突やテレビのアンテナがこわれる。小枝が折れ、また根の浅い木が傾くことがある。非住家がこわれるかもしれない。
F 1	弱い竜巻	33~49 約10秒間の平均	屋根瓦が飛び、ガラス窓はわれる。またビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木の幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると、道から吹き落とされる。
F 2	強い竜巻	50~69 約 7秒間の平均	住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、またねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、また汽車が脱線することがある。
F 3	強烈な竜巻	70~92 約 5秒間の平均	壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨づくりでもつぶれる。汽車は転覆し、自動車が持ち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半折れるか倒れるかし、また引き抜かれることもある。ミステリーがおこり始める。
F 4	激的な竜巻	93~116 約 4秒間の平均	住家がバラバラになってあたりに飛散し、弱い非住家は跡形もなく吹きとばされてしまう。鉄骨づくりでもペンション。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十メートルも空中飛行する。一トン以上もある物体が降ってきて、危険この上もない。あちこちにミステリーがおこる。
F 5	想像を絶する竜巻	117~142 約 3秒間の平均	住家は跡形もなく吹きとばされるし、立木の皮がはぎとられてしまったりする。自動車、列車などが持ち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくるし、また被害地はミステリーにみちている。

表2 「たつまき」の藤田スケール

(2) 「たつまき」の発生分布と頻度

「たつまき」の構造を考える前に、「たつまき」の発生分布と頻度について述べる。日本では、太平洋岸や日本海岸及び平野部に多く発生し、年平均十数個が記録されている。一方、海外では、アメリカ合衆国、ヨーロッパ、オーストラリアなどの温帯の国々で多く、熱帯には少なく寒帯にはほとんどない。

世界の「たつまき」の大半はアメリカ合衆国で発生しているので、その発生頻度分布を図2に示す。1953年から1976年までの州別「たつまき」発生数(上の数字)と年平均発生数(下の数字)をみると、影の最も濃い部分に当たるオクラホマ州で、

約160km四方の面積(北海道の面積の約 $\frac{1}{3}$)当たり年平均7.9個の「たつまき」が観測されている。中央平原、特にミシシッピー川の西側で発生頻度が高い。このことは、春の大気が不安定な時期にメキシコ湾から湿った空気がこの領域に流入することと関係があると考えられる。

(3) 「たつまき」の発生する気象条件

アメリカ合衆国の中央平原で「たつまき」の発生頻度が高いので、この地域に発生する「たつまき」の研究が最も進んでいる。「たつまき」が発生するときの気象条件を整理すると図3のようになる。「たつまき」が発生する領域の各高度面で

は次のような気象条件になっている。①地上は寒冷前線前面の暖域になっており、メキシコ湾からの暖かい湿った空気が南風で運ばれている。②850 mb (海拔約 1,500 m) 面では暖かい湿った空気の

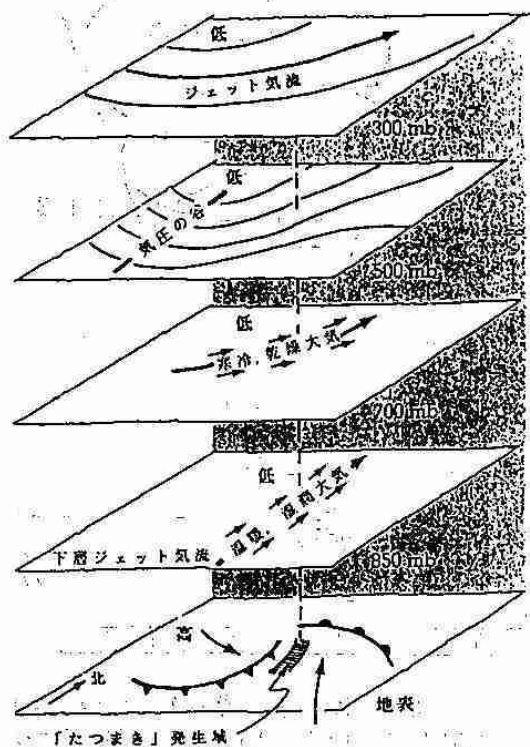


図3 「たつまき」伴う雷雲を発生させる気象条件の概念図 [「Meteorology Today」, Donald C. Ahrens 著より]

南からの強い流入がある。③ 700mbから500mbの間 (海拔約3,000~5,000 m) では、南西からの乾いた寒気の流入がある。④ 500mb (海拔約5,500 m) 面では、「たつまき」発生領域の西側に気圧の谷が存在する。⑤ 300mb (海拔約9,000 m) 面ではジェット気流が吹いている。このような状態の大気は非常に不安定で、大きな積乱雲が発達する条件が整っている。日本ではF 4, F 5規模の「たつまき」が起きないのは、地表の日射による加熱と③の乾いた寒気の流入が不十分なためかも知れない。

このような条件下で活発な積乱雲が発達したときに雲の中に作られる強い渦は「たつまき」のもとになると考えられる。積乱雲の中に強い渦が作

られるメカニズムの概念図を図4に示す。下層東風、上空では西風という図4のようなシア (高さとともに風向風速が変わること) があると、地表付近には実線で示した渦線ができる。渦線回りの渦を南からみると時計回り (右巻き) になっている。この渦線 (少し大きくみると渦管) が地表付近に発生する上昇流によって持ち上げられると、雲の中では、上空からみると低気圧性 (左巻き、反時計回り) の渦と高気圧性 (右巻き、時計回り)

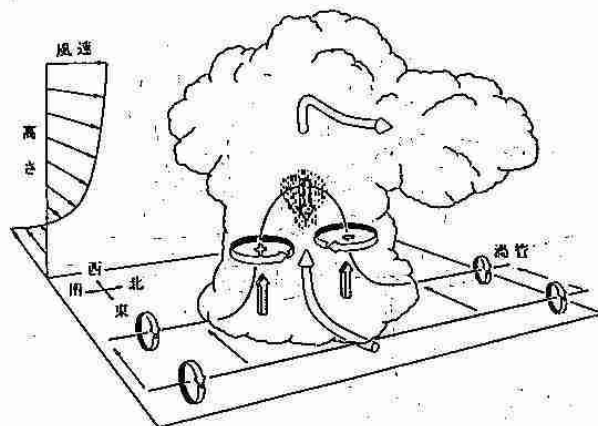


図4 一般風西風 (下層東風) の条件下で、積乱雲内の典型的な渦管が形成される仕組みを示す概念図。シリンダー状の矢印は雲に相対的な気流を示し、影を付けた四角の矢印は上昇流または下降流を示す。(+)印は低気圧性の渦を示し、(-)印は高気圧性の渦を示す。[R. Rotunno (1981) より]

の渦の組ができる。多くの場合、低気圧性の渦が発達する。ただし、左巻きが低気圧性だというのは北半球での話である。

(4) 「たつまき」の構造

雲の中にできた低気圧性の渦が地上に降りてきて強められたのが「たつまき」であると考えられる。もちろん、高気圧性の回転をもつ「たつまき」もわずかだが観測されている。雲の中にできた渦が上下に引き延ばされて、強まった渦が地上に達したものが「たつまき」であると考えられている。しかし、雲内の低気圧性の渦は直接「たつまき」のもとになるのではなく、積乱雲の進行方向後方

からの下降流を進行方向前方に運び、その結果、地表付近で新たに渦を生成し「たつまき」をつくるという説も有力になっている。この考えの概念的説明を図5に示した。冷たい下降流が地上に達して水平に広がり、北東から近づく別の下降流起源の冷気と衝突する地表付近の地点に「たつまき」が発生する様子が示される。いずれにしても、雲内に形成される低気圧性の渦は直接ないし間接的に「たつまき」生成に重要な役割をはたしていることには変わりない。

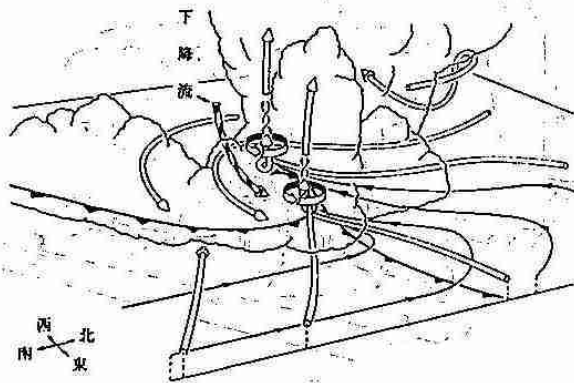


図5 発達した積乱雲の進行方向の後ろ脇からの下降流により、下層に「たつまき」の渦が形成される様子を示す概念図。
〔J. B. Klemp(1987)より〕

このようにしてできた、「たつまき」の渦は通常漏斗(ろうと)雲として識別される。水蒸気が凝結して雲粒ができているので背景が暗いと白く見える。漏斗雲が渦巻いている様子を模式的に示すと図6のようになる。漏斗雲が地面に到達した地点では大きな被害の可能性がある。特に、進行方向右脇の被害が大きい。この部分では、「たつまき」回りの風速と「たつまき」全体の進行速度が重ね合わされる。台風の場合と同じ原理が働いている。

実際の「たつまき」では漏斗雲が2、3個組になり、図7のように「たつまき」の中心の回りを回転することがある。この証拠は草地や畑に痕跡として残され、「たつまき」の通った路の中に被

害程度の“むら”として表される。この構造は、地上の「たつまき」と雲内の渦とにつながりがあることを示している。

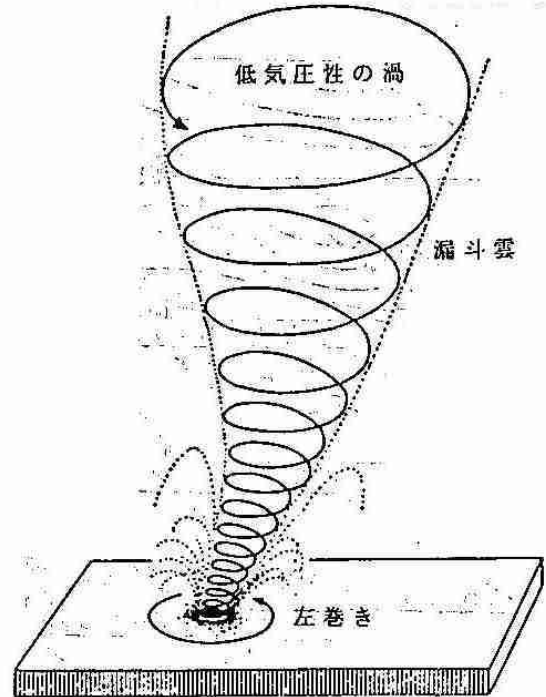


図6 低気圧性回転(左巻き)の「たつまき」の渦の回転方向の模式図。点線は漏斗雲を示す。地表では、漏斗雲のまわりで塵、土、水などが巻き上げられる。

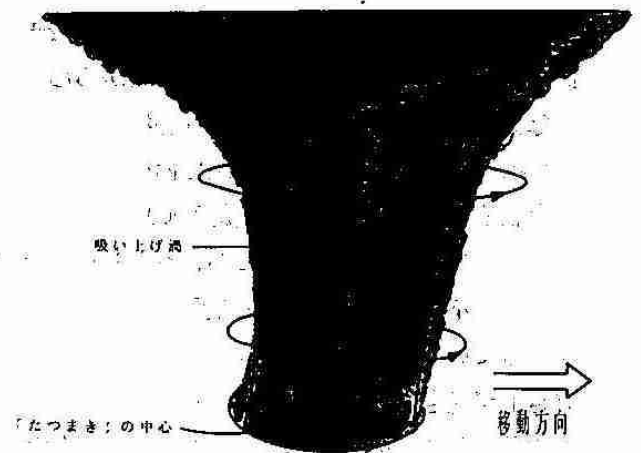


図7 3個の強い渦をもつ「たつまき」の概念図
〔「Meteorology Today」, Donald C. Ahrens 著より〕

3. 「たつまき」の観測例

最近、気象ドップラーレーダーの発達により、積乱雲内の回転と「たつまき」の渦の構造を観測できるようになった。北海道大学理学部のドップラーレーダーで、1988年9月22日に千歳市周辺で

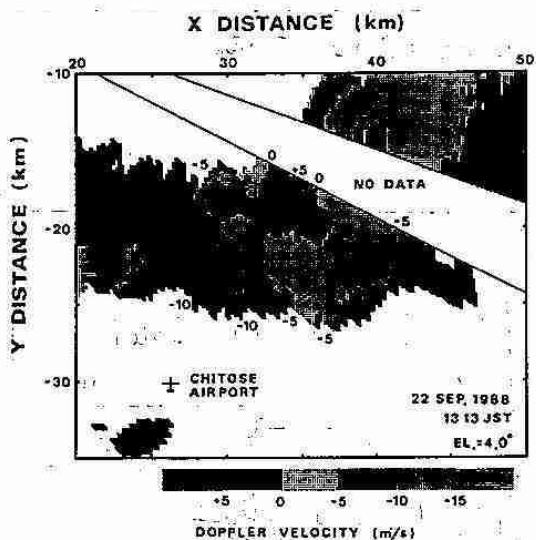


図8 1988年9月22日に千歳市周辺で発生した「たつまき」のドップラーレーダーの速度成分分布。正はレーダーに近づく成分を示し、負はレーダーから遠ざかる成分を示す。〔Shirooka and Uyeda (1991)より〕

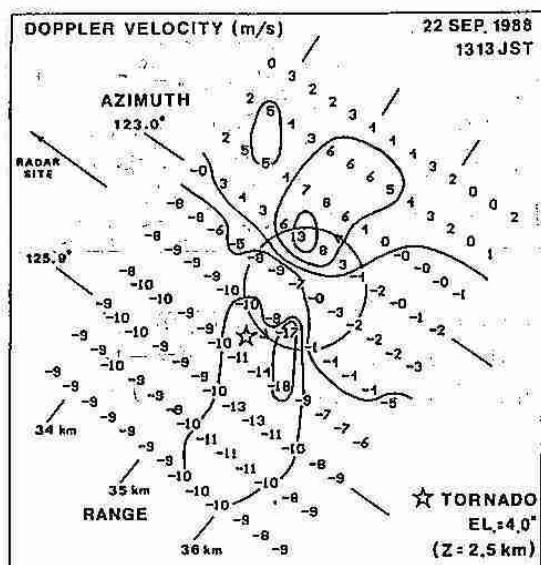


図9 図8の四角の領域の拡大図。数字は速度(m/s)を示し、正はレーダーに近づく成分、負はレーダーから遠ざかる成分を示す。☆印は地上の竜巻の位置を示す。〔Shirooka and Uyeda (1991)より〕

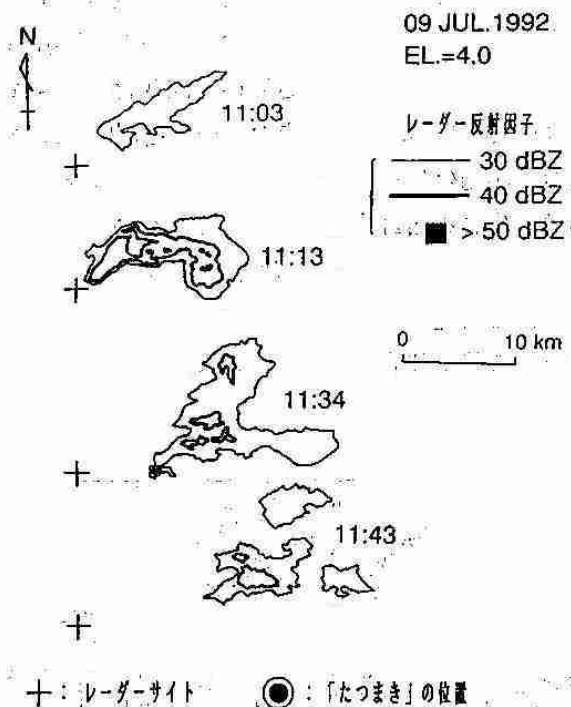


図10 1992年7月9日札幌市内に発生した「たつまき」をもたらした積乱雲のレーダーエコーの変化。〔木下他(1992)より〕

発生した「たつまき」について、日本ではじめて、ドップラーレーダーによる「たつまき」の観測に成功した。その後、気象庁気象研究所もドップラーレーダーによる「たつまき」の観測に成功し、また、北海道大学理学部のドップラーレーダーでは、1992年7月9日札幌市内に発生した「たつまき」の観測もなされた。

1988年9月22日に千歳市周辺で発生した「たつまき」の観測・解析例を図8と図9に示した。図8は北海道大学内に設置した北海道大学理学部のドップラーレーダーでみた、東南東方向の平面上の速度成分分布を示したもので、レーダーに近づく速度成分と遠ざかる速度成分の対のパターンから、直径約7~8 kmの低気圧性の渦の存在がわかる。図9は図8の四角の部分拡大したもので、速度成分測定値を数値で示してあり、円で示した直径約1 kmの地上の「たつまき」につながる地上高度約2.5 kmにある渦の存在を示す。

図10は1992年7月9日札幌市内に発生した「たつまき」の観測解析結果を示す。レーダー反射因子（レーダーエコーの強さ）の時間変化が示され、エコー（積乱雲）の進行方向の後方右側に「たつまき」が発生したことを示す。この「たつまき」の被害分布を図11に示す。最初の「たつまき」発生地点がレーダーに近すぎて、ドップラー速度から位置を特定することはできなかったが、「たつまき」の後半部分の位置は*印に特定された。被害

分布とは少しずれているが、地上の「たつまき」の位置と上空のそれとはずれていても不思議はない。

このように、「たつまき」をドップラーレーダーで直接観測できるようになったばかりでなく、最近では、ドップラーレーダーを利用して「たつまき」の位置と強さを自動的に検出し、警報を出す方法の開発が進められている。

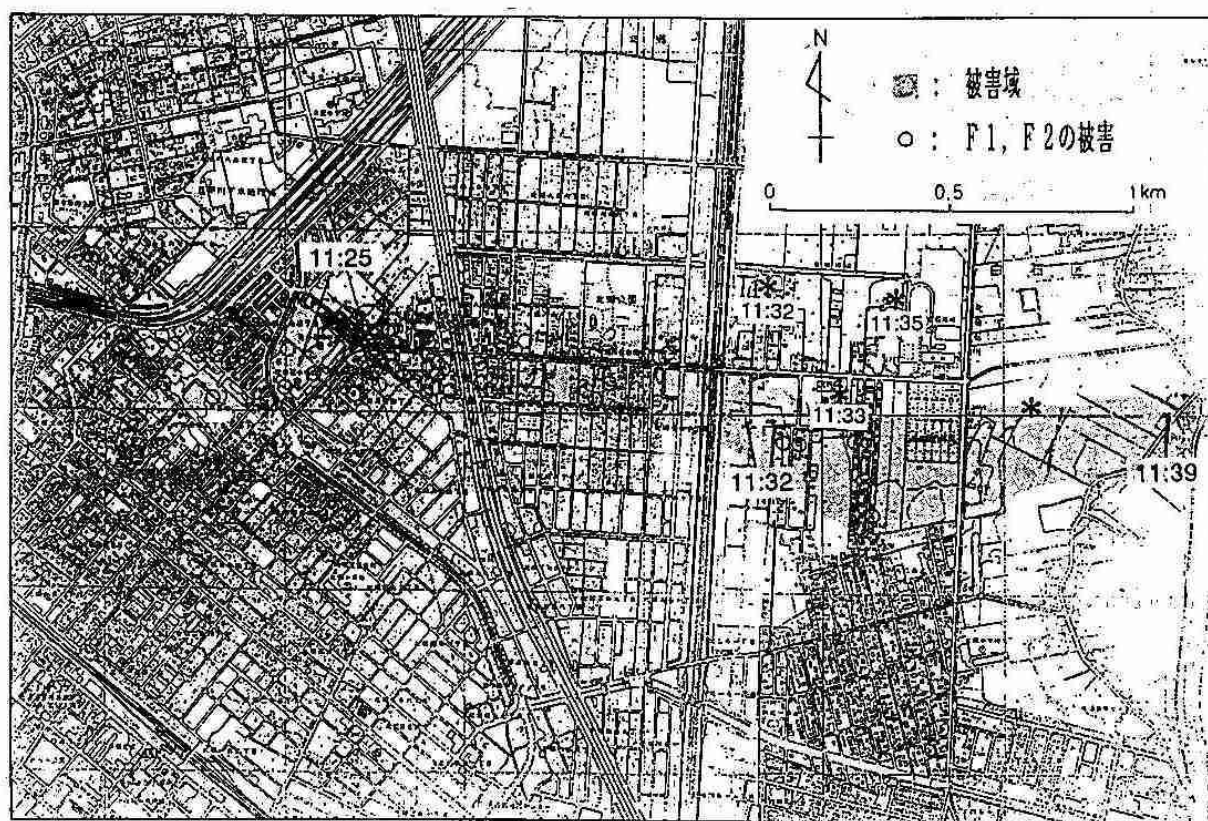


図11 1992年7月9日札幌市内に発生した「たつまき」の被害分布。陰の部分被害域で、F1またはF2規模の被害発生地点を○印で示した。*印はドップラーレーダーで検出された「たつまき」の上空での位置を示す。〔菊地他(1992)より〕

4. 「たつまき」対策

「たつまき」の理解がかなり進んだ現在でも、日本では「たつまき」の予報や警報を出す体制にはなっていない。やっど、ここ数年のうちに新大阪国際空港と成田空港に設置される気象ドップラーレーダーに、「たつまき」の自動検出システムが導入されることが期待される。

一方、世界で最も「たつまき」の被害の多いアメリカ合衆国では、百台以上のドップラーレーダーを展開して、「たつまき」をはじめ各種の気象擾乱を自動検出し予警報を出すシステムが展開され始めた。アメリカ合衆国では、十年も前からこのシステムに関する研究が始められていたばかりではなく、いくつかのテレビ局は独自のドップラーレーダーを所有していて、「たつまき」発生時には自局のレーダー観測画像を放送してきた実績がある。

ドップラーレーダーが開発される前から「たつまき」の被害防止軽減のための普及活動は非常に活発である。たとえば、図12に示したように（和訳を図13に示した）、アメリカ合衆国の気象庁は「たつまき」にあったときの注意書など各種のパンフレットを出している。どんなに頑張っても「たつまき」から遠くにのがれるか身を隠すかしか方法のないことは事実だが、とっさの時の行動を決めるには予備知識がものをいう。

日本の気象庁も「たつまき」などの小規模の気象擾乱の予報にも力をいれることになったので、そう遠くない将来「たつまき」予警報が出されるようになるかも知れない。

遠い将来「たつまき」をもたらす積乱雲を人工的につぶす時代がくるかも知れないが、それまでに解決しなければならない問題は余りにも多い。



In Homes, the basement offers the greatest safety. Seek shelter under sturdy furniture if possible. In homes without basements, take cover in the center part of the house, on the lowest floor, in a small room such as a closet or bathroom, or under sturdy furniture. Keep away from windows.

In Shopping Centers, go to a designated shelter area (not to your parked car).

In Office Buildings, go to an interior hallway on the lowest floor, or to the designated shelter area.

In Schools, follow advance plans to a designated shelter area, usually an interior hallway on the lowest floor. If the building is not of reinforced construction, go to a nearby one that is, or take cover outside on low, protected ground. Stay out of auditoriums, gymnasiums, and other structures with wide, free-span roofs.

In Automobiles, leave your car and seek shelter in a substantial nearby building, or lie flat in a nearby ditch or ravine.

In Open Country, lie flat in the nearest ditch or ravine.

Mobile Homes are particularly vulnerable and should be evacuated. Trailer parks should have a community storm shelter and a warden to monitor broadcasts throughout the severe storm emergency. If there is no shelter nearby, leave the trailer and take cover on low, protected ground.



図12 アメリカ合衆国の気象庁発行の「たつまき」に会ったときの注意書（パンフレット）

「たつまき」に会ったときの安全策

家にいるとき：地下室が一番安全です。できたら、丈夫な家具の下に避難して下さい。地下室のない家では、1階の家の中央の、クローゼットかトイレの様な小室、または、丈夫な家具の下に避難して下さい。決して窓に近づいては行けません。ショッピングセンターでは：指定避難場所に移動して下さい。（駐車場の自家用車は危険です）。職場では：ビル内で一番下の階の廊下か指定避難場所に移動して下さい。

学校では：事前の計画に従って、指定避難場所に移動して下さい。通常一番下の階の廊下が避難場所です。もし、建物の強度が不十分な場合には、すぐ近くの丈夫な建物か、身を守ることでできる低い場所に移動して下さい。講堂や体育館など梁の幅の長い大きな屋根の建物の中には留まらないで下さい。

自動車の中にいるとき：車から出て、近くの建物に避難するか、堀割りや谷間に身を伏せて下さい。開けた郊外では：堀割りや谷間に身を伏せて下さい。

モービルハウスでは：特に危険ですから避難して下さい。モービルハウスが集まっている場所では避難小屋を作り、気象擾乱発生時には気象情報を監視する人を配置して下さい。避難所が近くになれば、モービルハウスから離れ、少しでも身を守れる低い場所に避難して下さい。

図13 図12の注意書の和訳

5. まとめ

これまでの研究により、「たつまき」の被害の防止・軽減を考える上でわかっていることを整理すると次のようになる。

①「たつまき」の発生し易い気象条件は積乱雲の発達し易い気象条件とほぼ同じなので、「たつまき」発生の可能性を予報することは現在の技術でも可能である。②「たつまき」発生地点を1時間より前に予測することは、積乱雲の発達が急速であり、「たつまき」を発生させる積乱雲からの下降流の発生予測（発生タイミングの予測）が数分前に行うのがやっとなことなどを考えると、現在の技術では不可能である。③「たつまき」が発生した瞬間に自動的に検出し、警報と連動させることは、気象ドップラーレーダーシステムを用いることによって可能になった。④これまで「たつまき」を、ただ不思議なものとして見てきたが、

発生原因がわかってきた現在、科学的知識に基づいた「たつまき」の被害の防止・軽減策の啓蒙・普及活動を始めることが可能になった。

上記の過去の経験に基づいた知識では、藤田スケールでF4以上の激烈な「たつまき」や想像を絶する「たつまき」は日本では起きないことになっているが、将来も起きないという保証はあるだろうか？2章の「たつまき」の発生条件で述べたことを思いだして、大都市での膨大な熱の放出を考えると、安心してられない問題がある。たとえF3以下の強さの「たつまき」しか起きないとしても、急速につくられる新しい施設には、「たつまき」に襲われた場合のことが必ず考慮されているのだろうか、疑問が残る。

最近、テレビ等で日本に発生する「たつまき」の報道が多くなったように感じるのは、ビデオカメラの普及で多くの人が「たつまき」の映像を目にする機会が増えたためだけののだろうか。世界の気候が大きく変動していることを示す一つのシグナルとして注意しておく必要があるかも知れない。

参考文献

「たつまき 上 - 渦の驚異 -」, 藤田哲也著, 共立出版, 228頁, 1973年。

「気象観測法」, 気象庁著, 日本気象協会発行, 161, 1988年。

「気象の辞典」, 和達清夫監修, 東京堂出版, 323-326, 1993年。

—夏季大学講座内容②—

流れ星の大出現を予想する

札幌市青少年科学館天文技術専門員 渡辺和郎

1. 自然と夜空

郊外で夜空を眺めて満天の星空に驚いた記憶はないだろうか。街では決して見ることのできない隙間なく埋めつくされた星々や雲のように流れる天の川に「ただ、ぼう然と見とれてしまった」「普段は気にも留めなかった夜空に、こんなに星がたくさんあったのか」と、あらためて感動する人が多い。中には「降るように圧倒される星空に、気持ち悪くなった」という人さえいる。

2. 流れ星

家族や友人が揃ってキャンプファイヤーなどで、ふと見上げた夜空に流れ星を視野にとらえることは決してまれなことではない。山の頂で、時には海岸で、また人で混雑する雑踏のビルごしに流れ星を目撃することさえある。流れ星を見る機会はさまざまであっても、人々は流れ星に対して何らかの感慨を持つに違いない。

「流れ星の光が消えないうちに、3度願いごとが唱えられれば、その願いが叶う」と、七夕など機会あるごとにロマンチックに言い伝えられる現在だが、過去「流れ星が一つ流れると、どこかで一つの寿命が尽きた」とか「不吉な前兆だ」などと、縁起の悪い代名詞としてささやかれる時代もあった。

流れ星の存在は古くから知られていたが、その中に特に注目したい報告がある。

1833年11月、北アメリカとカナダで流れ星が雨のように降り注ぐ異常な現象が観察された。「5時ころには火球がおどろくほど出現し、火花状の

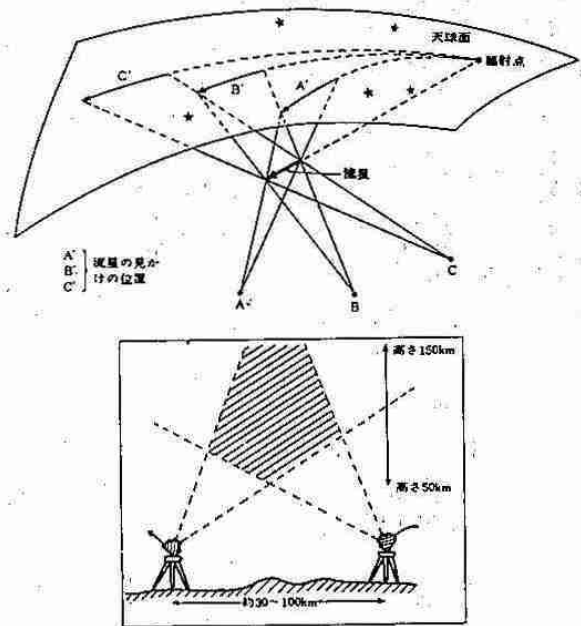


図1 ちがった場所から見た流星の位置のちがい

連続放射で眠った人をめざませるほどの美しさであった」と、そのようすが克明に伝えられている。また、1866年にはヨーロッパでも同じように流星雨が観察され、その全ての流れ星がある一点から豆をまくように飛び出すことが指摘されている。

これらは人々に流れ星の存在を印象づけるにふさわしい大事件であった。

3. 流れ星と彗星

流れ星が大気圏内の現象であることが分かったのは、18世紀末であるといわれている。

詳しい説明はここでは省くが、1798年ドイツの大学に学ぶまだ若い学生2人が、離れた2地点で同時に同じ流星を観測して、その視差から流れ星のほとんどが地上80-100kmの高さで発光することをつきとめた。

イタリアの科学者は2点観測によって流れ星の空間軌道を正確に求め、それが1866年I彗星の軌道と一致することを始めて探り当てた。



図2

また、「彗星が現れると流れ星が出現する」という現象が繰り返され、彗星と流星群との関係がとりざたされるようになる。

それを決定的にしたのは、有名なピエラ周期彗星の話である。何度も回帰する彗星がいつしか跡形もなく消え去った。しかし、そのあとに流れ星がたくさん出現するという現象が観察されたことによる。誰もが彗星のなれの果てが流れ星となって地球に降り注いだと考えた。

表1 流星群の母彗星

名前	母彗星	周期(年)
しぶんぎ座流星群	不明	5
こ と 座 *	ザッチャー	415
みずがめ座 *	ハリー	76.09
みずがめ座 *	不明	4.2
ペルセウス座 *	スウィフト・タットル	119.65
ジャコビニ *	ジャコビニ・チンナー	6.41
オリオン座 *	ハリー	76.09
おうし座 *	エンゲ	3.30
しし座 *	テンペル・タットル	32.91
ふたご座 *	不明	1.6
こぐま座 *	タットル	13.77

4. 流れ星の正体

「流れ星は夜空で輝く星々の寿命が尽きて、夜空に流れて見える」というロマンあふれる話があったが、夜空の星は恒星という種類の太陽の仲間であり、何光年・何万光年以上も彼方に存在して、流れ星とは全く無関係であることは周知の事実、今や常識となっている。

近年、流星天文学が進歩して流れ星のもとになる物質の供給源は彗星ではないかと考えられるようになった。彗星の多くは太陽を焦点の一つとする楕円軌道を描いて運行しているが、太陽のそばにやってくると太陽熱や太陽風によってその核が解かされ、その軌道上にチリをまき散らす。この彗星軌道を地球が横切るとき、彗星がもたらしたチリが地球の大気に秒速数10kmという猛スピードで飛び込んで、摩擦で発光し燃え尽きる姿が流れ星となって見られるというものである。

流れ星の組成はスペクトル観測から大部詳しく分かってきた。鉄、ケイ素、カルシウム、ナトリウム、マグネシウムが含まれる。これらはチリほどのサイズで、石ころのようなものである。一方、彗星の核には凍った形の水や二酸化炭素(ドライアイス)などに混じてこれら物質がケイ素化合物の固体として混在している。ところが、そのほとんどが太陽熱や風によって気化する中で、これらは分離してチリとして残るらしい。

これらのことから、彗星は流れ星の産みの親「母なる星」と呼ばれるようになる。

5. 流星群

以上のように、彗星のまき散らしたチリが、ある時期にまとまって多くの流星をもたらす。これを特に『流星群』といって区別するようになった。

表2 主な流星群

名称	出現期間	極大			極大日の 1時間平均出現数	備考	
		太陽黄経 (\odot) (1950.0)	日付	輻射点(1950.0)			
			月 日	α	δ		
しぶんぎ (りゅうい)	1月/1-7	282.7	1 4	230°	+50°	50	
かみのけ	1月/13-23	298.5	1 19-20	189	+20	5	
こ と	4月/15-25	31.7	4 22	271	+33	10	1861 I 彗星と関連
みずがめ η	4月/25-5月/17	44.3	5 5	336	-1	20	ハレー彗星と関連
昼間流星群	5月 - 8月	-	-	-	-	-	
みずがめ δ	7月/21-8月/15	126.0	7 30	339	-17	20	
や ぎ	7月/25-8月/10	129	8 2	308	-10	10	
ペルセウス	7月/20-8月/20	139.4	8 13	46	+58	50	1862 II 彗星と関連
はぐちょう	8月/15-22	146	8 20	290	+55	3	
ジャコビニ	10月/7-11	195.1	10 9	261	+55	?	
オリオン	10月/10-30	207.0	10 21	95	+15	20	ハレー彗星と関連
おうし(S)	10月/15-11月/末	223	11 5	53	+14	5	エンケ彗星と関連
おうし(N)	10月/15-12月/1	228	11 10	57	+22	5	エンケ彗星と関連
し し	11月/1-11月/28	234.5	11 17	152	+22	10	テンペル・タートル 彗星と関連
ふ た ご	12月/5-20	261.3	12 13	113	+32	60	
こ く ま	12月/20-23	270.5	12 22	217	+76	5	タートル彗星と関連

ところで、流れ星との出会いは、ほんとうに偶然の産物なのだろうか？

多くの流れ星は偶然に出現するというよりは、いずれかの流星群に属し、ある時期に限ってならかなピークを描くように出現すると理解してもよい。ただし、どの流星群も専門に観測しなければ見分けがつかないような微々たる出現で、素人がそれを見きわめるのはかなり難しい。

しかし、その中であってピークが鋭く、時に1時間に50個前後の出現があり、その活動が顕著なものとして知られるものに3大流星群というのがある。

いずれも星座の一部(輻射点)から放射状に四方八方に飛ぶように見えることから、その輻射点のある星座名をとってこのように呼んでいる。

- ① 1月初旬のりゅう座流星群(別称：四分儀座流星群)
- ② 8月お盆の頃のペルセウス座流星群
- ③ 12月中旬のふたご座流星群

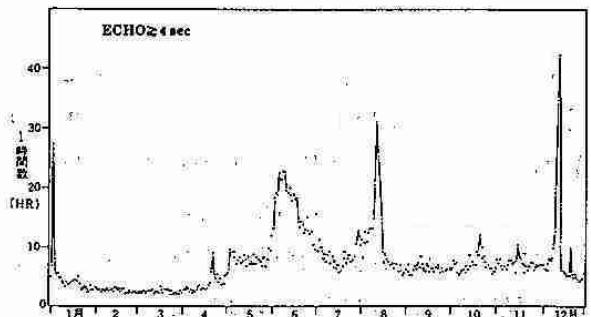


図3 レーダーによる流星の年周変化(ミルマジ)

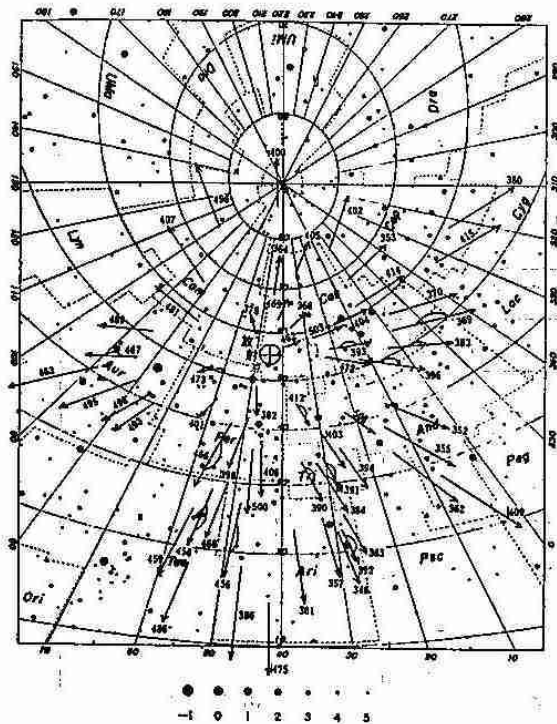


図4 流星群とその放射点
(ペルセウス座 γ 流星群 1969年8月12/13日)

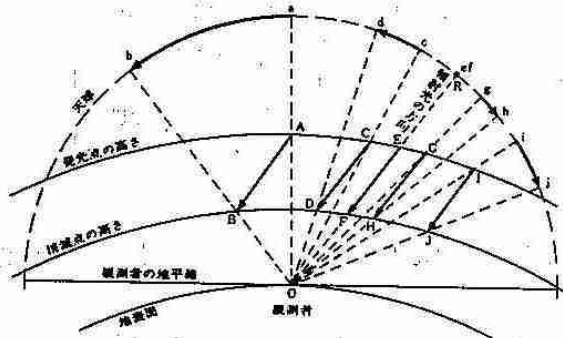


図5 群流星の輻射点からの距離と見かけの経路の長さ

1月や12月の流星群は、寒い季節で戸外に星に親しむ機会が少ないので活発な活動があっても目立たない存在だが、8月のペルセウス座流星群は人々が星に親しむ機会にうまく合致している。

夏に流れ星の話題が聞かれるのは、このペルセウス流星群の活動のピークが丁度重なるもので、あながち全くの偶然ではなかったといえる。

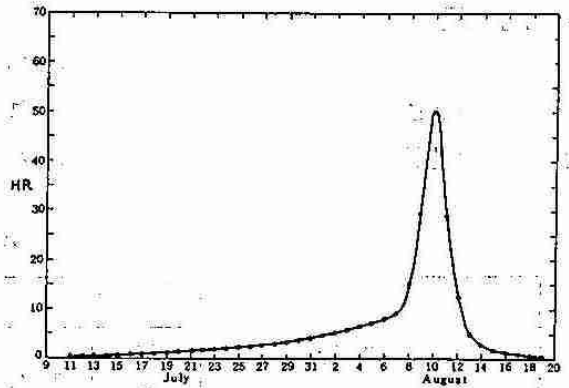


図6 ペルセウス群の変化(デニング)

6. 流星雨の可能性

さきにもふれたが、ときに1時間あたり1000個を越すような大出現が起きることがある。雨のように流れ星が降り注ぐことから『流星雨』と呼ばれるが、それを見るチャンスは滅多にない。

夜空を仰ぐことに興味がなければ、知らないで人は一生を終えるし、いつもその時晴れているとも限らない。その上、一生に一度巡り会う機会があれば実に幸運といえるほどサイクルや頻度のスパンが大きい。また、全ての彗星が流れ星のもとになる物質を保有しているとは限らないし、彗星軌道が地球軌道と交わることがあっても、どの部分に分布しているかで必ず出現するものとはいえないからである。

ただし、次のようなことがいえる。毎年決まった時期に流れ星が出現するという事は、彗星軌道上にまんべんなく流星物質が存在していることを意味している。これは母彗星が何公転もしたような古い流星群と思われ、比較的新しい流星群は彗星付近にのみそれらが分布していると考えられる。いずれも、流星物質は常識的に、そのもとになる彗星のそばに多く分布していると考えてさしつかえない。つまり、彗星が地球のそばにやってくる時に流れ星が多く出現する可能性が高いと常識的に考えてよさそうである。

夏のペルセウス座流星群の過去の記録をひもとくと、安定した活動の中でその歴史を1200年以上もさかのぼって古文書に見いだすことができるほ

ど何回もの流星雨記録が残されている。その中で特筆に値することは、母彗星スィフト・タットル彗星の回帰に合わせるように、それが起きていることだ。このことは流星雨を見るための大きな条件の一つといえよう。

表3. ペルセウス流星雨の記録

番号	流星雨の出現年 西暦(AC)	引用文献				
		SCA	AN	M	理	その他
1	36	○	×	×	○	
2	714	○	×	○	○	
3	830	○	○	○	○	
4	833	○	○	○	○	
5	835	○	○	○	○	
6	841	○	○	○	○	
7	924	○	×	○	○	
8	925	○	○	○	○	
9	926	○	○	○	○	
10	933	○	○	○	○	
11	989	○	×	×	○	
12	1007	○	×	×	○	
13	1029	×	○	×	○	
14	1042	○	×	×	○	
15	1243	×	○	○	○	
16	1451	○	○	○	○	
17	1779	×	○	×	○	
18	1784	×	○	×	○	
19	1789	×	○	×	○	
20	1861	×	×	×	×	○*1
21	1862	○	×	×	○	○*2
22	1991	-	-	-	○	○*3
23	1992	-	-	-	×	○*4

- SCA: Imoto S., Hasagawa I. (1958) *Smithson. Contrib. Astrophys.* 2, 131
 AN: Schaparelli G. V. (1867) *Astron. Nachr.* 68, 331
 M: Olivier C. P. (1925) *Meteors* 45
 理: 理科年表 1993 年
 *1: 長谷川一郎氏私信
 *2: 斎藤和子氏、星の友 No 28 (NMS)
 *3: 天文回報 No 591
 *4: 天文回報 No 603

7. ペルセウス座流星雨

ペルセウス座流星群の母なる彗星はスィフト・タットル彗星(1862III)ということが、かなり昔から知られている。この彗星は過去に残る何回も

の回帰記録から、その間隔である120年が周期と考えられていた。

表4. ペルセウス群の軌道要素

研究者	ω	Ω	i	e	q	a	P
					AU	AU	y
スキャパレリ	154°28'	138°16'	115°57'	1.0(仮定)	0.9643	-	-
ホイブル	155°31'	141°28'	119°42'	0.9577	0.9680	22.89	109.5
セブレン	150°53'	140°21'	112°12'	0.9474	0.9506	18.11	-
ホーキングス	153°	139°30'	114°	0.93	0.97	14.4	-
1862III彗星	152°46'	137°27'	113°34'	-	0.9626	-	121.5

前の回帰である、1861年から1862年には彗星と流星雨に関しての詳しい記述が残されている。流星群のピーク時にあたる数夜に渡って「流れ星が間断なく流れた」と記され、換算すると1時間に数万個の流れ星が出たと思われる。それこそペルセウス座流星群による流星雨と呼ぶにふさわしい大出現であった。

それ以前にもおよそ120年ごとにさかのぼって中国やヨーロッパで出現記録があり、この状況から今から10年ほど前の1982年前後に母彗星が回帰し、ペルセウス座流星群の大出現が起きるのではないかとも推測された。

表5. 母彗星の回帰と流星雨の出現

母彗星の回帰年 西暦 T ₀ UT (+1)	流星雨の出現年 T _i ()内=T _i -T ₀ (年)
-68年 7月 5.0日	36(-23)
59 5 9.8	(この母彗星が母星に属しない出現の確率は不明)
188 7 14.1	
316 10 29.6	
441 11 5.3	
569 3 1.4	714(+16)
698 9 7.1	830(+4), 833(+7), 835(+9), 841(+15),
826 4 20.5	(924(-26), 925(-25), 926(-24), 933(-10),
950 4 20.7	(989(+39), 1007(+57),
1079 9 17.9	1029(-50), 1042(-37),
1212 11 5.8	1243(+31),
1343 5 2.3	
1479 10 18.3	1451(-28)
1610 2 6.6	
1737 6 15.4	1779(+42), 1784(+47), 1789(+52),
1862 8 23.4	1861(-1), 1862(0),
1992 12 12.3	1991(-1), 1992(0),

*1: 村岡徳治氏(スィフト・タットル彗星と188年、-68年に出現した彗星より)
 (第23回彗星学会論文資料集)
 出現の数字: 表-1の出現年、()内-は出現日数、+は出現年数

8. 母なるスィフト・タットル彗星

ペルセウス座流星群は、毎年きまって1時間に50から100個前後の出現でよく知られる流星群で

ある。古くからの言い伝えが残っていることでも分かるように、その活動は安定している。また、流星研究者らによって活動の盛衰がきわめて正確に捕捉されている流星群の一つとあってよい。

1980年頃より、特にペルセウス座流星群の出現状況のチェックがP計画として彼らによって入念に行われた。また同時に、彗星の研究者らにもよって母彗星スィフト・タートル彗星の120年ぶりの再発見に向けて精力的な捜索がはじめられた。

ところが、多くの軌道研究家の予想に反してスィフト・タートル彗星は、捜索の甲斐なく我々の前に姿を見せることは無かった。彗星研究者や捜索者たちは落胆のいろを隠せなかった。流れ星の出現数も特に異常はなく例年並みに終始し、いつもと変わりのないまま10年の歳月が流れ過ぎ去ってしまったのである。

一部ではもうすでに母彗星は帰り去り、流星雨出現という望みは消え失せてしまったかに思われた。古記録を頼りに彗星や流星群の大出現を予測するのは、余りに短絡的な賭けともいえる予想だったのである。

9. 流れ星の数

今から数年前、ペルセウス座流星群の大出現予想も忘れ去られようとしていた1990年頃のことである。一部の流星研究者たちは、恒例のペルセウス座流星群の観測結果から、その数が著しく増加傾向にあるという発表をおこなった。翌年、1991年には更にその声が大きくなった。

夏のペルセウス座流星群が、大出現とはいえないにしても1時間に100個前後から200-300個へと数が増えはじめたというのだ。

この観測の事実を受けとめ「ペルセウス座流星群の母彗星スィフト・タートルは、これから帰ってくる可能性があるのではないか？」とにわかにかさやかればじめた。もし、1737II彗星と同じものであるとしたなら、1992年に帰ってくることになるという興味ある試算もおこなわれた。

それを裏付けるように、彗星ハンターたちから

も声があがった。「見逃しは無かったはずだ」。彼らの網の目をかいくぐって、母彗星が消え去ったとはどうしても思えなかったのである。それほど夜空をたくさんのハンターたちが監視していたのだ。

120年周期が何らかの影響を受けて変わったとはいえないのか。または古記録からの周期鑑定に誤算はなかったのか。誰もが120年という数字にばかりこだわってはいなかったか。

大きな疑問がなげかけられた。

10. 日本人が彗星発見

それらの指摘を受けて、1992年のペルセウス座流星群の活動が大きく注目されることになった。誰もが尋常ではないと感じていたのだ。

あんのじょう、その年のペルセウス座流星群は顕著な活動を見せた。それは流星雨というには、お粗末な出現ではあったが確実な手ごたえを感じた人たちが多かった。やはりペルセウス座流星群の活動が上向いている。

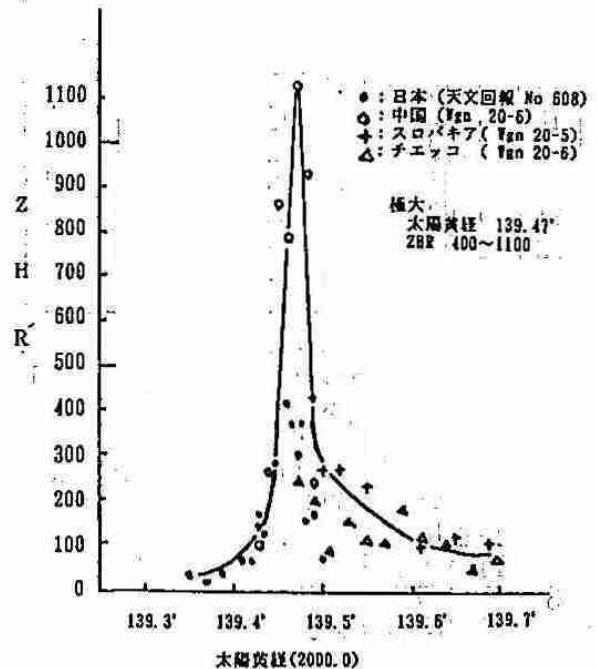


図7 '92年ペルセウス流星雨の極大 (新ピークの部分のみ)

おりしもこの年、夏のペルセウス座流星群が活動している時、大熊座あたりを捜索していた一人の日本人彗星ハンターがいた。彼の名前は木内鶴彦。大型の双眼鏡は、夜空にボーッとした彗星らしき光芒をとらえていたのである。彼が見つけた光芒は今再び帰ってくるのではないかと予想されたスィフト・タートル彗星そのものだった。

ここにペルセウス座流星群の母彗星スィフト・タートルが130年ぶりに姿を現したのである。周期は120年ではなかった。

秋の夕空に肉眼光度まで徐々に明るくなり、数度の尾をひきながら、この彗星は昨年1992年12月、太陽に一番近づく点を折り返した。

11. ペルセウス座流星群大出現の可能性

ペルセウス座流星群が大出現するのではないかと、という考え方には、それなりの理由がある。以上まで書き綴ったことをまとめてみると、

- ①過去に母彗星の回帰付近で流星雨の出現が記録されていること。
 - ②ペルセウス座流星群の母彗星であるスィフト・タートル彗星が、130年ぶりである昨年12月回帰し、折り返したばかりであること。
 - ③1991年1992年と流星の出現数が上向いてきていること。
- などである。しかし、単にこれだけで大出現があると考えるのは早計であるといえるかもしれない。

項目	1862年の回帰			1992年の回帰		
近日点通過 UT	1862年 8月23.42日			1992年12月11.76日		
降交点通過 UT	1862年 9月11.76日			1992年12月31.36日		
彗星の降交点通過と地球の交点通過との差	1861年 13ヶ月	1862年 1ヶ月	1863年 11ヶ月	1991年 16.6ヶ月	1992年 4.6ヶ月	1993年 8.1ヶ月
流星雨出現の太陽経緯(2000.0)と流星雨の継続時間	139.9° 1夜	138.6°~141.5° 4夜		139.55° 2-3時間	139.47° 2-3時間	139.37°? (予想)?
流星数 (ZHR)	20,000 -30,000			700	1,000	?

図8 スィフト・タートル彗星の前回帰と今回帰の比較と流星雨

そのいい教訓として、1972年に騒がれたジャコビニ流星雨の記憶が新しい。これは期待に反して全く出現せず、日本中をがっかりさせる結果に終わってしまった。

過去の記録を頼りに経験法則と、地球と彗星の位置関係だけで大出現を予測するのは難しい。それは単に予想の域を出ないからである。ただし、毎年確実な出現をとまなうペルセウス座流星群は、最悪の場合でも全く流れ星が観測できないということは有り得ない。

【注】1972年の不発に終わったジャコビニ流星雨出現騒動時の筆者は高校生であった。その後、流れ星の観測を継続し、1985年についてジャコビニ流星群突発出現を確認することができた。日本でこの観測ができたのは小人数であった。

表6 ジャコビニ・チンナー彗星の軌道要素

T	a	q	e	Ω	ω
年 月 日	天文単位	天文単位			
1966 3 28, 197	3.450	0.9335	0.7294	307.94	195.97
					172.92

地球最接近の時の彗星軌道との関係

年	彗星軌道と地球との距離(天文単位)	彗星通過後の日数(日)	流星出現状況	出現地域
1900	-0.0619	-54		
1913	-0.0181	-29		
1926	0.0005	-70	わずかに17/時間	
1933	0.0054	80	大出現 0.2万~1.9万/時間	ヨーロッパ
1939	0.0012	-136	出現なし	
1946	0.0014	15	大出現 0.2万~50万/時間	アメリカ大陸
1952	-0.0057	-195	電波観測で200/時間	イギリス
1959	-0.0595	-21	出現なし	
1966	-0.0625	190	出現なし	
1972 (予測)	-0.00074	58.5	出現なし	
1985			小出現	

流星雨の出現がないと予想して、出てしまっただけからでは遅すぎる。備えはどんな状況であっても万全を期さねばならない。

流星雨出現の期待が高まっている時、それを誇張して広報すれば記事になりやすい。だが、何も出現しないというのであれば記事になることはない。仮に、少しの期待でもあれば大きくしてしまうのがマスコミである。

ならば、マスコミに躍らされることなく一部の興味ある人たちや、今回のこの提言を聞いて関心を抱いた人たちだけで、世紀の流星雨を待ち望んでみてはどうだろう。

一生に一度見られるかどうか分からない千載一瞬のチャンスを逃してはならない。過大な期待もわたしたちだけの範疇なら許されるのではなかろうか。

12. 今後の流星雨の可能性

ペルセウス座流星群による流星雨以外にも近年

期待されるものに次の2つの流星群がある。

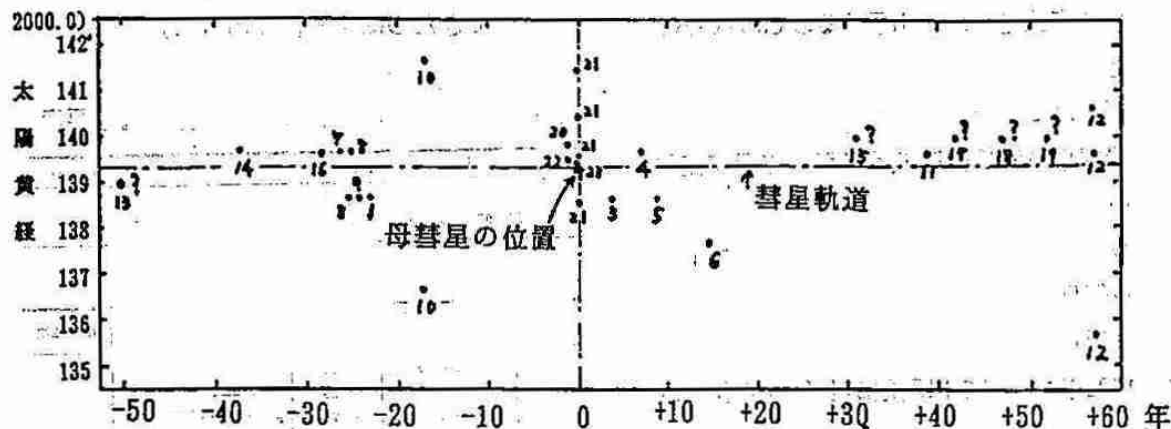
① ジャコビニ流星群 1998年回帰 13年周期

② しじ座流星群 1999年回帰 33年周期

いずれも過去に大出現が何度も記録されている著名な流星雨である。1990年台後半はこれら流星群の母彗星、ジャコビニ・チンナー彗星やテンペル・タートル彗星が回帰する。

まさに、今世紀残された最後の数年に向かって、天文界は久々の“流星雨のあたり年”という可能性を秘めて、にわかに沸き立っている。

(+ : 彗星の位置
• : 流星雨が見られた所
数字は表-1の流星雨の番号)



流星雨出現年と母彗星回帰年の差 $T_p - T_c$
(?は太陽黄経が不確定)

図9 彗星と流星雨の関係



＜写真説明＞

スィフト・タートル彗星
 1992年11月13日 18時19分から6分露出
 ニコンF (300mm F2.8開放) 自動ガイド
 TP 2415 水素増感
 撮影地/厚田望来 撮影/渡辺和郎

【参考文献】

- 流星観測ガイドブック：日本流星研究会編
誠文堂新光社
- 流星に向かう：長沢工著
地人書館
- 流星とその観測：小楨孝次郎著
恒星社厚生閣
- 流星の軌道計算と物理：長谷川一郎著
天文NC
- 流星 I, II：長沢工・斉藤馨児共著
恒星社厚生閣
- 流星の観測と研究(1972-8)：
天文と気象臨時増刊号 地人書館

- 天文回報1993-MAY(610号)：
日本流星研究会
- 星の友(34号)
日本流星研究会
- 大出現対応マニュアル：
日本流星研究会

【論文集】

- 流星群の構造と本質
- 日本流星研究会・研究論文集
- 太陽系内小天体シンポジウム集録
- 彗星と星間物質 第1回研究会

—夏季大学講座内容③—

気 候 変 動

北海道大学理学部地球物理学科教授 菊地 勝 弘

1. はじめに

今日まで、地球環境問題という文字や言葉が、これほどまでにマスコミに登場したことがあったであろうか。もちろん環境という言葉が、今急に注目された訳ではない。

1972年にスウェーデンのストックホルムで国連人間環境会議が開かれ、それを契機に環境問題が世界的に注目されるようになった。特にわが国では、高度経済成長のひずみで、多様な公害問題が多発し、環境問題イコール公害問題のように考えられ、大気環境といえ、工業都市や工場地帯の大気汚染そのもののように考えられてきた。近年になって、大気汚染を含む種々の公害問題が沈静化の傾向をたどり、いわゆる環境問題に対する注目度は、いくつかの至近な問題を除いて最早、問題として取り上げるべきことはなくなったかの感がない訳でもなかった。

そんな時に、降って湧いてきたのが地球環境問題といえよう。地球環境とは、換言すれば「環境問題の地球化」、つまり「地球的(グローバル)な視野に立って環境問題を注視し、取り組まなければならない問題」ということになろう。先に述べたように、従来の環境問題が一都市、一地域、一国の環境問題として見つめ、取り扱ってきた対象が、今やその影響や被害が、一国内にとどまらず、複数の国、結果として全地球的な問題となってきたということである。

しかし、地球環境問題が、従来の一地域、一国の環境問題とまったく別の機構や、新たに発生した問題でもなく、これまで沈静化されだと思って

いた一地域、一国の環境問題が、ここに来て、気に形を変え、姿を変えて、更にスケールを大きくして、私達の前に現れるようになったと解釈すべきであろう。

したがって、現在の地球環境問題は、これまで人間が行ってきた積年のつけが、形を変え、姿を変えて現れたものと理解すべきです。

2. いろいろな地球環境問題

現在、「地球環境問題」と一括されているグローバル・スケールの現象として、どのようなものがあるだろうか。よくマスコミに登場してくる具体例をあげてみると、

- (1) 異常気象・気候変動、
- (2) 地球大気の温暖化、
- (3) オゾン層の破壊(オゾンホール)、
- (4) 酸性雨、
- (5) エルニーニョ現象、
- (6) 熱帯雨林の減少、
- (7) 砂漠化、
- (8) 野生生物種の減少、
- (9) 海洋汚染 等がある。

これらの内、特に気象学の分野と関係の深いものが(1)~(5)であり、これらはまた単独の現象というよりむしろ、複数の現象が相互に関係し合っているのが特徴である。これらの気象学と関係の深い環境問題を、もう少し詳しく現象を含め原因について簡単に紹介しておこう。

(1) 異常気象・気候変動

「異常気象」とは、一般に過去に経験した気候状態から大きく外れた気象現象をいう。したがって、台風や低気圧に伴う短期的、局所的な激しい現象のほか、長雨、干ばつ、低温、日照不足のような長期的、広域的で緩慢な現象も含まれる。しかし、気候状態は変動するのがむしろ自然であり、何が「異常」で、何が「正常」かの判断は難しい。異常気象は、社会的影響と不可分のものであり、比較的頻繁に起こる現象であっても、災害を伴えば、異常気象と呼ばれる場合もあり、「異常」の判断には主観的要素も多い。

異常気象や気候変動をひき起こす要因として自然的要因と人為的要因に分けて考えることができる。

「自然的要因」

- a. 偏西風波動の変化
- b. 海洋変動
- c. 雪水面積の変化
- d. 火山噴火

「人為的要因」

- a. 二酸化炭素等温室効果気体の増加
- b. 森林破壊と砂漠化

(2) 地球大気の温暖化

大気の温室効果の約90%は水蒸気、雲および二酸化炭素の作用によると考えられている。しかし、水蒸気や雲は自然現象に伴うものであり、ここでは特に考慮しない。したがって、人間活動に伴って放出される二酸化炭素が、気候に影響を及ぼす可能性のある最も重要な大気微量成分として注目されている。

二酸化炭素の増加が気候にどのような影響を及ぼすかは、種々の大気・海洋混合層モデルをつかって地表気温の上昇量や降水増加率などが見積もられている。しかし、現在行われているモデル計算では、例えば、雲、海水、海流、陸地表面の水循環等が非常に単純化されているので、モデルをより現実に近いものとするのが急務である。

(3) オゾン層の破壊(オゾンホール)

オゾンは太陽からの紫外線による光化学反応によって生成され、地上20~30kmの高度を中心に存在し、成層圏の熱源として、また、地上の生物を有害な紫外線から守るという重要な役割を果たしている。ところが最近、フロンガスが成層圏で光分解して塩素酸化物をつくり、それがオゾンを減少させるとして、にわかに注目されてきた。フロンはまた、大気の窓領域に吸収帯を持っていて赤外線を吸収するので、その増加は二酸化炭素と同様に大気の温暖化にも影響を与えている。

(4) 酸性雨

1970年代から、ヨーロッパで雨水や湖沼の水が酸性化し、湖の魚や森林に被害が出て注目され始めた。酸性雨の発生機構もまだ完全に解明されてはいないが、化石燃料の燃焼に伴って、硫酸酸化物や窒素酸化物が大気中へ放出され、雲に取り込まれて複雑な化学反応を通して、硫酸イオンや硝酸イオンなどに变化し、強い酸性を示す降雨や乾いた粒子状物質として降下する現象である。

(5) エルニーニョ現象

エルニーニョも、最早知らない人がいない位、よくマスコミに登場する言葉の一つである。エルニーニョとは、スペイン語で「男の子」の意味で、「神の子イエスキリスト」を指している。南米ペルーの沿岸では、毎年クリスマスの頃から春にかけて海面水温が高くなるので、これをクリスマスにちなんでエルニーニョと呼んでいる。

ところが、最近になって、数年に一度、この暖水域が中部赤道太平洋域にまでのび、一年以上も続く大規模な現象が観測から明らかになった。この現象を「エルニーニョ現象」と呼び、エルニーニョとは区別している。このような熱帯域の熱源分布の変化が、降水システムをはじめとする大気循環を変え、気候に大きな影響を与えるのである。

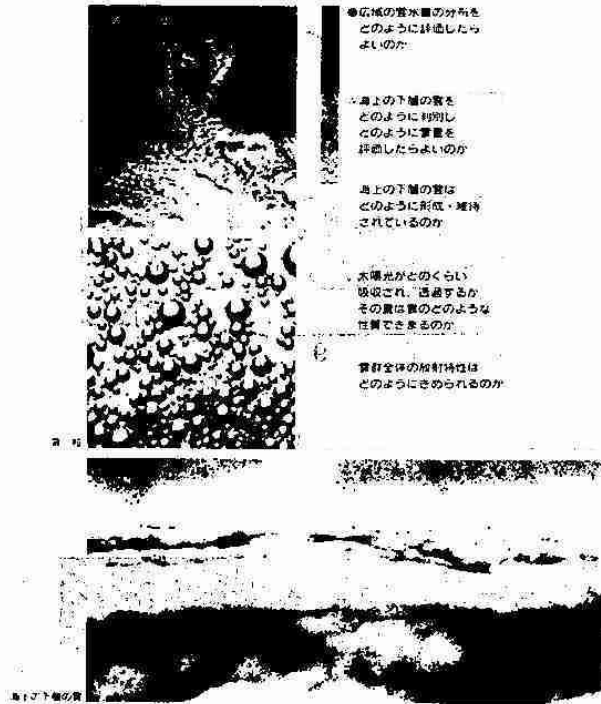


図-3. 水雲観測のねらい

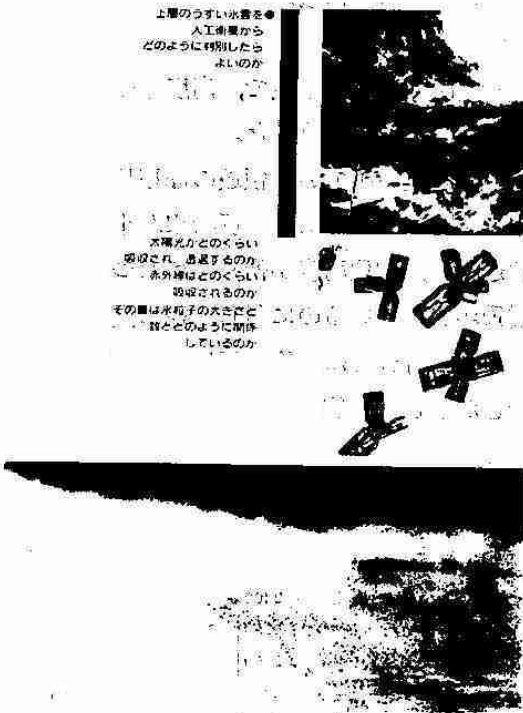


図-4. 氷雲観測のねらい

わが国におけるWCRPの具体的な観測は1989～91年にわたって、北大、東北大、名大等国立六大学に北京大学が共同で奄美大島周辺の海上の層積雲を対象として(図-2)また気象庁気象研究所のグループは1987～90年にわたって八丈島近海で観測を行った。水雲(図-3)と氷雲(図-4)はその降水粒子の形状を含む諸性質の相違から、放射特性が違うので両方の観測が計画されたが、私達の観測は主として水雲を対象に行われた。今回はその内、1990年11月11日若狭湾上、1991年1月14日、18日の奄美大島周辺海上で行われた結果について紹介する。

(1) 測定方法

図-5は観測に使用されたセスナ404タイタンで機体の上、下部に水平面日射計や35ミリモータードライブカメラ等の計器がセットされている。海上の層積雲の雲頂を一定高度、一定速度で直線飛行し、一定時間間隔で連続撮影する。28ミリ広角レンズを使用すると航空機の進行方向の画角は46°、直交する方向には64°である。この観測期間を通して北大は雲頂の微細構造、東北大が放射、名大が雲水量の測定を担当した。

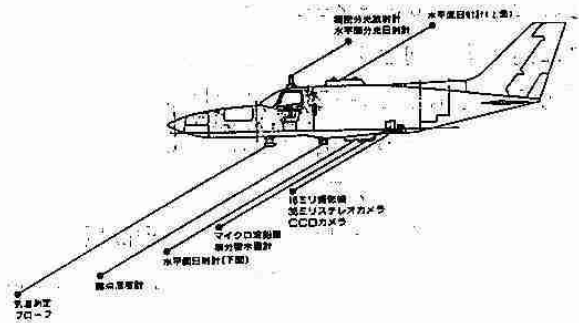


図-5. 測定器搭載の模式図

(2) 解析結果

a. 雲頂高度の水平分布と反射率

図-6の下の図は1991年1月14日奄美大島付近で行った連続ステレオ写真から求めた幅1km、飛行距離10kmの雲頂高度の水平分布である。これか

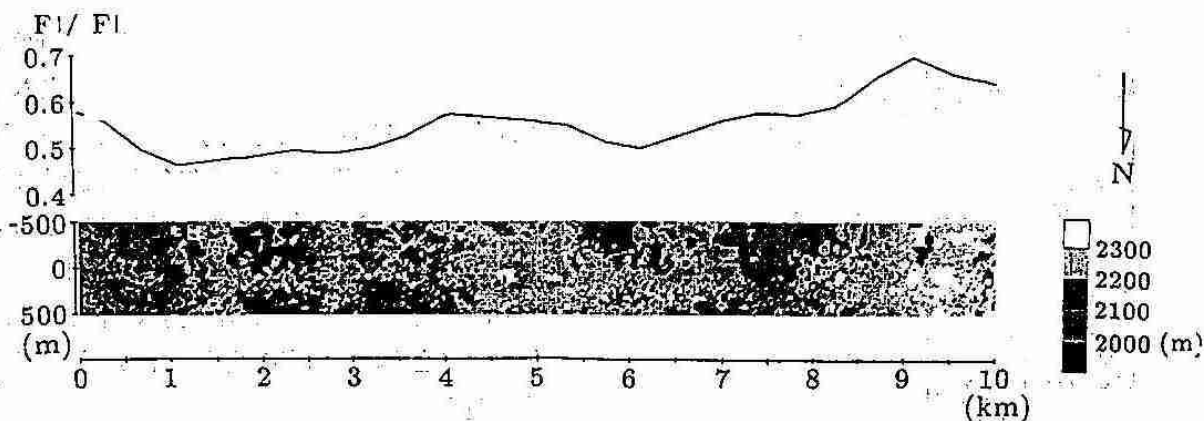


図-6. 層積雲の雲頂の高度分布(下)と反射率(上) (1991年1月14日)

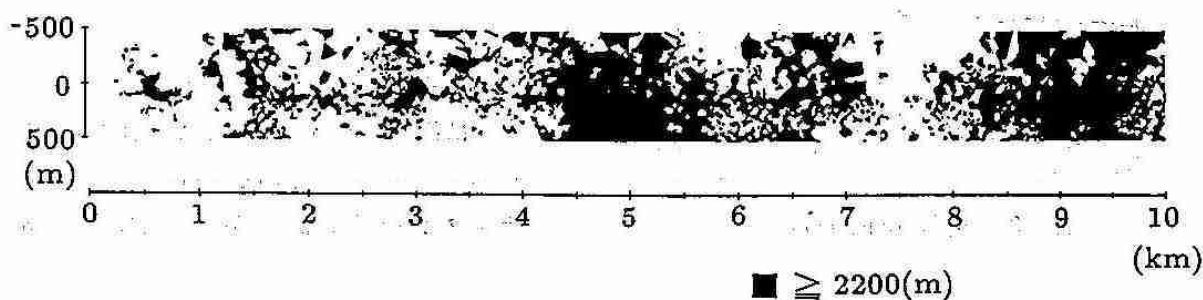


図-7. 高度2200m以上の雲の出ている領域(黒い領域)

ら雲頂高度の最低値は1950m, 最高値は2350m程度で, 約400mの差があるのがわかる。

図-6の上の図は東北大学グループによって得られた, 波長0.3~2.8 μ mの全天下向きフラックスに対する上向きフラックスの比, すなわち反射率の変動を示している。これを見ると, 反射率は1km付近で最低の0.46, 9km付近で最高の0.70になっているのがわかる。

また, 雲頂高度と比較すると, 雲頂高度の高いところは反射率が高く, 低いところは反射率が低くなっている傾向が見られる。

b. 高度2200m以上の雲の出ている領域の分布

図-7は図-6の水平分布から高度2200m以上の部分を抜き出して, 黒で塗りつぶしたものである。この図から, 大小の様々な雲の凹凸が存在しているのがわかる。

そこで, 先程の反射率の極値に対応する1km付近(0.5~1.5km)と9km付近(8.5~9.5km)

の1km \times 1kmの2つの領域で, 高度毎の雲の出ている領域の面積比を計算した。

c. 高度毎の雲の出ている領域の面積比

図-8がその結果である。反射率が小さかった1km付近では, 雲頂高度が低くてばらつきが大きく, 雲頂が尖っているのに対し, 逆に反射率が大きかった9km付近では, 雲頂高度が比較的高くてばらつきが小さく, 雲頂の構造が平坦であることがわかる。

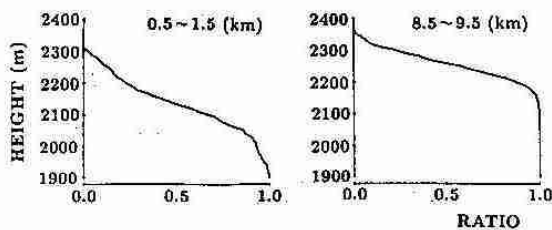


図-8. 各高度毎の雲のある領域の面積比

d. 雲の出ている領域の円近似半径分布

雲の形状をさらに細かく知る手段として、図-7の個々の雲の出ている領域を等面積の円の半径で近似し、その半径に関する個数分布を計算した。

図-9.がその結果で反射率の極小値を含む0~5 kmと、同じく極大値を含む5~10kmの2つの領域で、又、しきい値の高度2200 m, 2250 m, 2300 mと変えて計算を行った。

しきい値の高度を変えたときの直線の傾きの変化、全体の個数の変化などから、のこぎり状やパルス状などの大体の雲の形状を知ることができるが、グラフを見て明かなように、グラフの傾きの変化や全体の個数の変化が2つの領域で異なっているのがわかる。そして、この計算結果を反射率と比較することによって、今後、雲の高さなどの他に雲頂の形状と放射の関係についても調べることができると期待される。

(参考図書)

朝倉 正(1987):知っておきたい異常気象, 大蔵省印刷局, pp. 229
 浅井 富雄(1988):気候変動, 東京堂出版, pp. 202
 広瀬 弘忠(1990):酸性化する地球, NHKブックス, pp. 214
 環境庁総務課(1990):地球環境キーワード事典, 中央法規出版, pp. 155
 気象庁(1989):異常気象レポート'89, 大蔵省印刷局, pp. 433

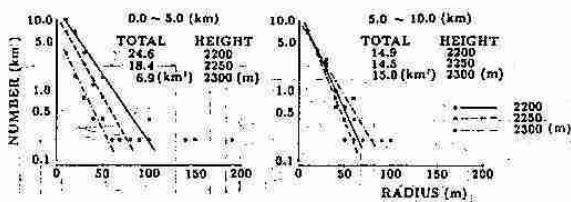


図-9. 各高度での雲のある領域の個数分布

5. おわりに

最近、マスコミに頻繁に登場する地球環境問題の内、特に気象に関係する (1)異常気象・気候変動、(2)地球大気の温暖化、(3)オゾン層の破壊、(4)酸性雨、(5)エルニーニョ現象について概略し、さらに、現在、我が国が取り組んでいる気候に影響を及ぼす「雲と放射」についての研究結果の一部を紹介した。

これを契機に気候変動を含む、地球環境問題に関心をもってくださいれば幸いです。

—夏季大学講座内容④—

流 通 と 気 象

(財)日本気象協会北海道本部情報開発課課長 高橋 満 敏

1. はじめに

気象業務法によれば、気象業務の目的は災害の予防、交通の安全の確保、産業の興隆が挙げられております。気象業務がもともと産業と密接な関わりのあることを示すものです。

産業と気象の関連では、これまで第1次産業の農業・林業・水産業が中心でした。これらの産業が気象と直接深い関わり合いがあったからです。しかし、最近第3次産業の商業・運輸・サービス業においても、気象情報の利用がクローズアップされてきました。

その背景として、スーパーマーケットやコンビニエンスストアを中心にPOS（販売時点情報管理）システムを取り入れ、商品管理や消費動向の把握を迅速に行うようになったことがあります。また、近年の天気予報技術の向上も見逃せません。

POSデータと気象データを用いて両者の関係を分析し、毎日の気象情報を利用した来店客数や商品販売量の予想も可能となりました。

ここでは来店客数の分析方法について紹介します。また、身近な例としてビール消費量、電力消費量、水道凍結による修繕件数を取り上げ、気象との関わり方を示します。

2. 来店客数と気象

スーパーマーケットやコンビニエンスストアの毎日の客数（来店客数）と気象との関係を分析し、来店客数を予測する方法を参考文献2より紹介します。

(1) POSシステム

POSシステムとは“point of sale”，販売時点情報管理システムのことを意味します。その概念図を図-1に示します。

商品に付けられているバーコード（図-2）をレジカウンターの光学読み取り装置で読み取り、商品が販売された時点でデータがホストコンピュータに伝達され、各種データが有効利用できるように処理（情報管理）されます。

POSデータの利用として、

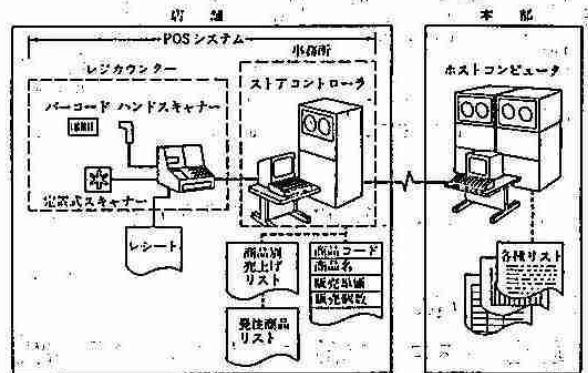
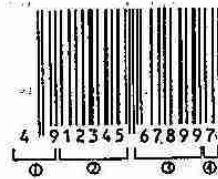


図-1 POSシステムの概念図(参考文献2より)



- ① 国コード (2桁)
- ② 商品メーカーコード (5桁)
- ③ 商品アイテムコード (5桁)
- ④ チェック・デジタル (1桁)

図-2 バーコード(流通システム開発センター, 1984) (参考文献2より)

- ①よく売れている商品（売れ筋商品）や、売れ残り商品（死に筋商品）の把握
 - ②発注や在庫管理
 - ③商品陳列管理
 - ④消費者購買動向把握
- などが挙げられます。

(2) 来店客数と気象の分析方法

来店客数データと気象の関係を分析する方法の一例として図-3があります。

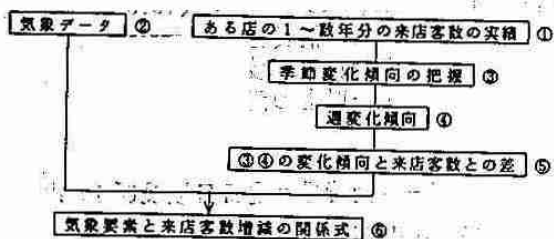


図-3 流通と気象の分析方法 (参考文献2より)

- ①来店客数の実績データの収集
- ②店舗に近いアメダスや気象官署などの気象データ収集（気温、降水量、天気、降雪深など）
- ③来店客数の実績を時系列解析し、1年サイクルの季節変化やトレンドを抽出（図-4）
- ④曜日ごとの平均来店客数に対する増減率を算出（図-5）
- ⑤⑥季節変化傾向と週変化傾向の合成値と実績データの差（偏差）が気象要素により説明可能と考え、気象要素と来店客増減の関係式を統計的に求めます。気象要素の内、天気と来店客数との関係を図-6に示します。

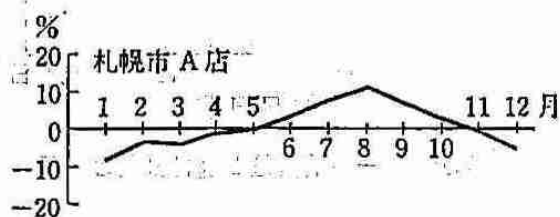


図-4 年平均値に対する各月の来店客数の割合 (参考文献2より)

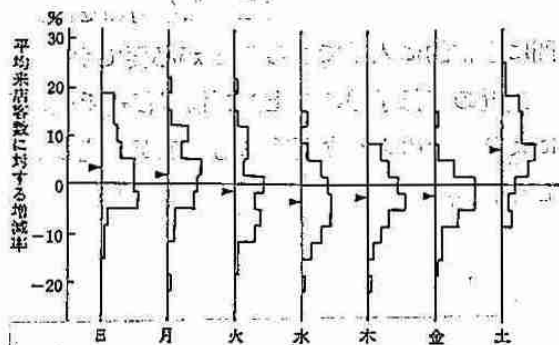


図-5 来店客数の週変化の例(札幌市A店) (参考文献2より)

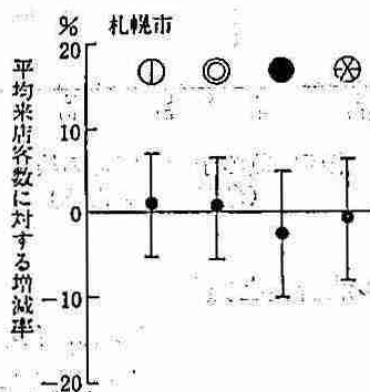


図-6 天気と来店客数の増減傾向 (参考文献2より)

天気が晴・曇では、幾分客数が増える程度ですが、雨の場合は減少率が高くなります。雪の場合は雨に比べて客数への影響は少ないようです。

(3) 来店客数の予測

来店客数と気象の分析から得られた関係式に、気象要素の予測値を入力して来店客数の増減量を求めます。さらに季節変化傾向と週変化傾向を合成して来店客数を予測します。

来店客数の予測と実測の検証結果を図-7に示します。予測値の精度がかなり高いことがわかります。

来店客数の予測のための分析及び予測の検証結果を紹介しましたが、流通業界で需要の高いこのような経営支援気象情報をWMD (Weather Merchandising) 情報と呼んでおります。WMD

情報には、ユーザーが的確な気象情報を的確な時間に定常的に入手できることが必要です。

最近の天気予報の向上及び情報伝達手段の向上により、そのような要望にも対応が可能となりました。

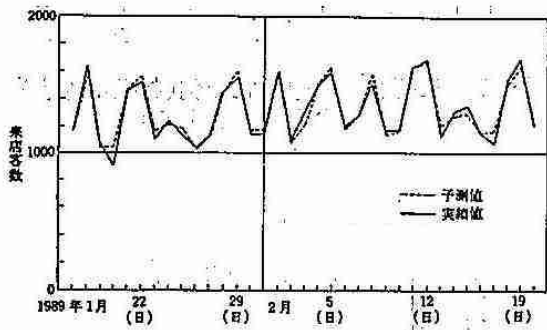


図-7 来店客数の予測と実測の検証結果 (参考文献2より)

3. ビール消費量と気象

大通を会場とする納涼ガーデンは、毎年7月21日～8月10日に実施され、市民・観光客に楽しまれています。会場が屋外のため、気象の影響を強く受けることとなります。

札幌市観光部の資料をもとに、ビール消費量と気象との関係についてみてみましょう。

(1) ビール消費量の経年変化

1985(昭和60)年から1992(平成4)年までの、8年間の期間中のビール消費量の経年変化を図8に示します。

この期間では1987(昭和62)年が最も少なく約19万リットル、最も多いのが1989(平成元)年の29万リットルです。年による変動の大きいことがわかります。

この図には期間中の日最高気温が25℃以上(夏日)の日数及び1mm以上の雨の日数も示してあります。

ビール消費量の経年変化と夏日日数の変化は良い対応があります。一方、雨日数の多い年はビール消費量も少ない傾向があります。

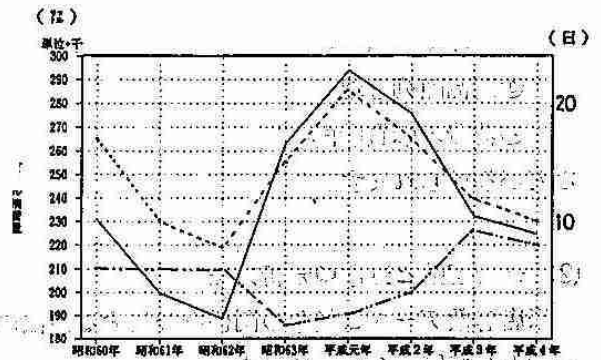


図-8 ビール消費量の経年変化(1985年～1992年)
 ビール消費量 ————
 夏日日数 - - - - -
 1mm以上の雨日数 ·····

そこでビール消費量と夏日日数及び1mm以上の雨の日数との関係を見てみます。

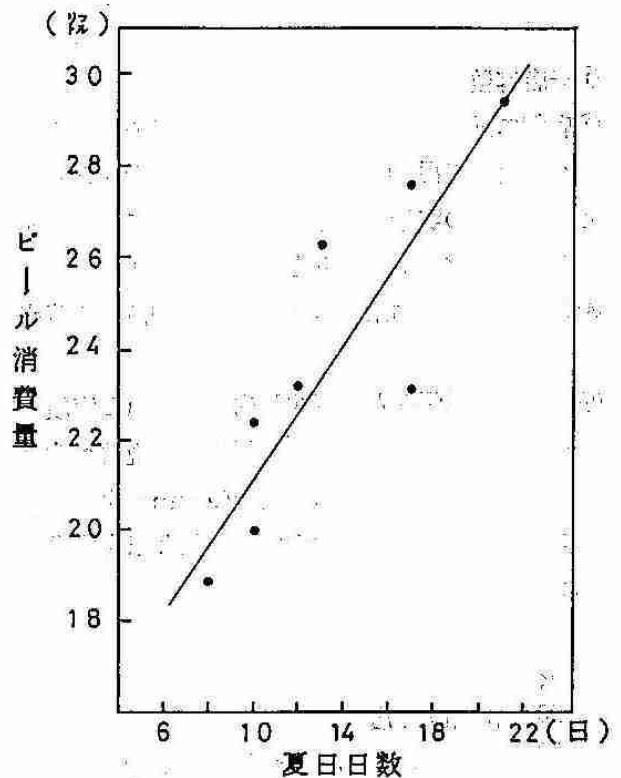


図-9(a) ビール消費量と夏日日数の関係

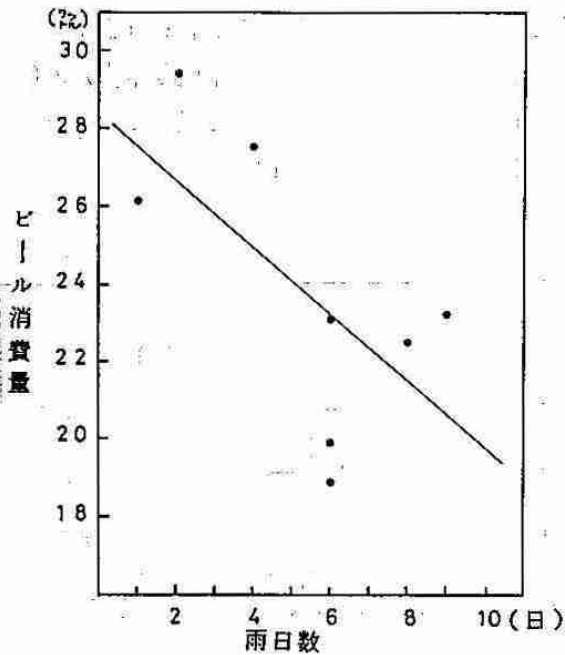


図-9(b) ビール消費量と雨の日数の関係

ビール消費量と夏日日数の関係(図-9(a))はほぼ直線で表されることがわかります。相関係数は0.899です。

一方、雨の場合(図-9(b))は雨の日が多いほどビール消費量は減少しますが、夏日に比べてばらつきが大きくなります。相関係数は0.655です。

(2) 毎日のビール消費量と気象の関係

毎日のビール消費量と、気温・天気との関係を見てみます(図-10(a)(b))。資料は1991(平成3)年、1992(平成4)年の2年分です。

18時の天気を晴・曇・雨に分け、さらに土日を除いて平日のみのデータを用いましたので資料数が少なく、傾向をみる程度と考えます。

これらの図から日最高気温とビール消費量との間に相関があり、気温が高いほどビールの消費が伸びることがわかります。

気温1℃当たりのビール消費量の伸びは、晴の方が曇の日よりも多い傾向があります。

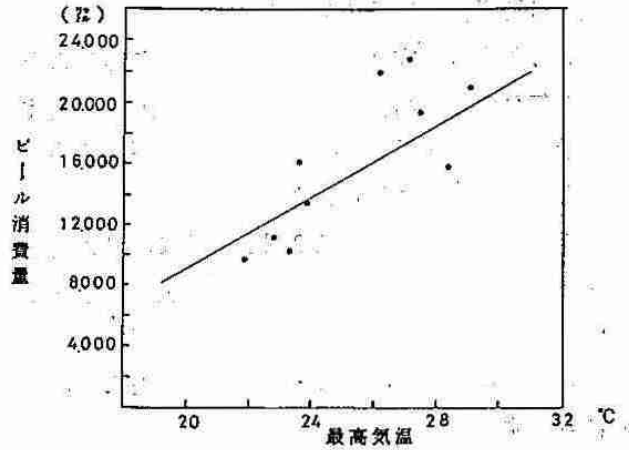


図-10(a) 天気が晴の場合のビール消費量と最高気温の関係

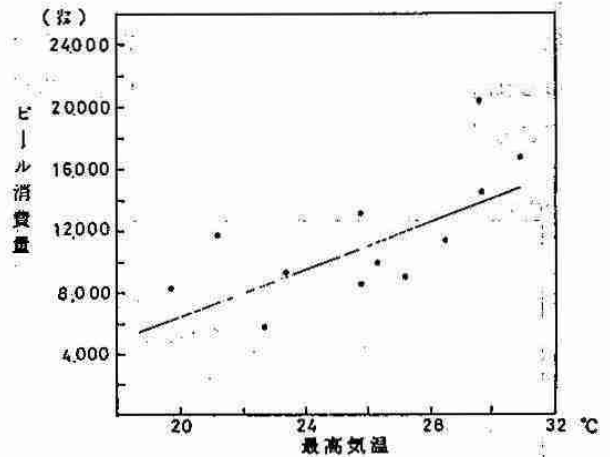


図-10(b) 天気が曇の場合のビール消費量と最高気温の関係

4. 電力消費量と気象

産業活動の拡大や家庭用電化製品の普及に伴い電力消費量は年々増加しております。

家庭用電化製品を例に取れば、昭和30年代の白黒テレビ、洗濯機、冷蔵庫から昭和40年代のカラーテレビ、ルームクーラーなどの普及を経て、近年では電子レンジ、VTR、乾燥機、冷暖房用エアコンなどの普及率が高まっています。

電力消費量と気象との関わりについてみてみましょう。

電力消費量の資料は北海道電力株式会社より入手しました。

(1) 月間電力消費量の月変化

3カ年度（平成2年度、3年度、4年度）の全道の毎日の電力消費量（販売端電力量）の月変化を示します。（図-11(a)）。札幌の月平均気温の経過を図-11(b)に示します。

電力消費量の多い月は2月と9月で、2山型となります。2月は月平均気温が最も低く、暖房を中心とする電力需要の増加が考えられます。一方、9月のピークは気温のピークである8月とずれがあります。

この資料から、少なくとも北海道における電力消費量は、夏季よりも冬季に多いことがわかります。

全国9電力の合計では、夏季と冬季をピークとする2山型であることは同じですが、夏季の方が冬季よりも多くなっております。

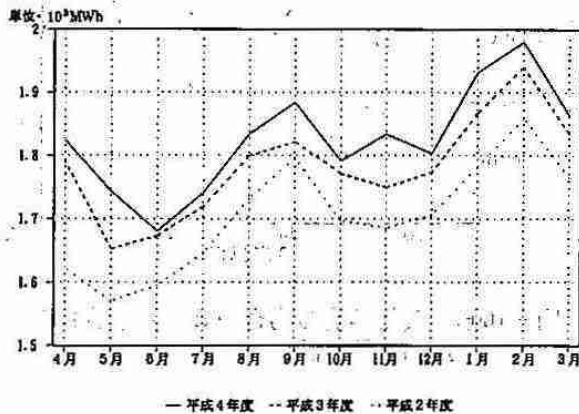


図-11(a) 全道電力消費量（販売端電力量）の月変化

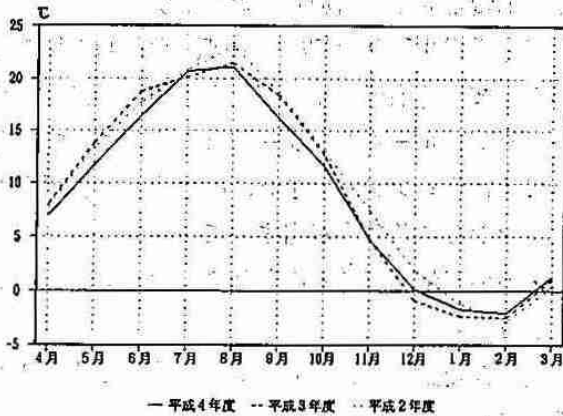


図-11(b) 札幌の月平均気温の経過

(2) 最大日電力量について

毎日の電力消費量の中から、月ごとに最大日電力量を選んで比較をしますと、先の月間電力量と同じく夏季と冬季に多いことがわかります。

過去6年度（昭和62年度～平成4年度）の夏季冬季の最大日電力量のピークの現れた月の出現状況は次の通りです。（図-12）。

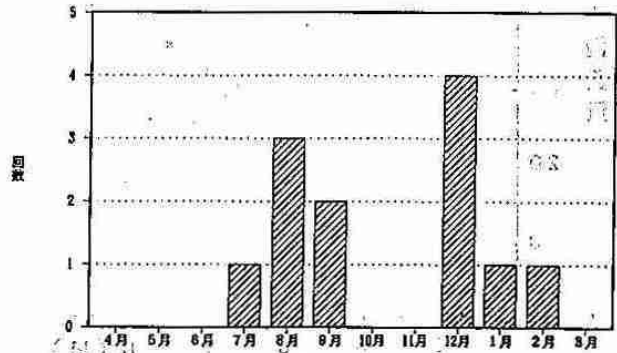


図-12 ピークの現れた月の出現状況 (昭和62年度～平成4年度)

夏季の場合は8月、冬季の場合は12月に多くなっております。先の月間電力量のピークの月とずれがあります。さらに、00時から24時の間で時間当たりの最大電力の現れた時刻を月別にみますと（図-13）、次の特徴があります。

6月～8月は日最高気温の出現時刻に近い15時に集中すること。9月～4月までは夕方の17時～19時に集中すること。5月は4月と6月の過渡的の時期であること。9月～4月の最大電力の出現時刻は日没時刻との対応が考えられること（日没時刻に合わせて点灯時刻が早まり、夕方の電力需要が高まったと思われます）。

これらの限られた資料から、日最大消費電力量は月間消費電力量に比べ日々の気象条件や、日没時刻などの影響を強く反映していることがわかります。

北海道電力株式会社では、7月・8月の最大電力量と札幌の最高気温との関係を分析し、1℃当たりの電力消費量（冷房需要電力量）を求めてお

ります。

それによりますと1℃当たり約30MWの増加となり、しかもその割合は、近年高まっております。OA機器の普及など、夏季の冷房用の電力需要がますます増えることも予想され、これに併せて気象情報の必要性も高まるといえます。

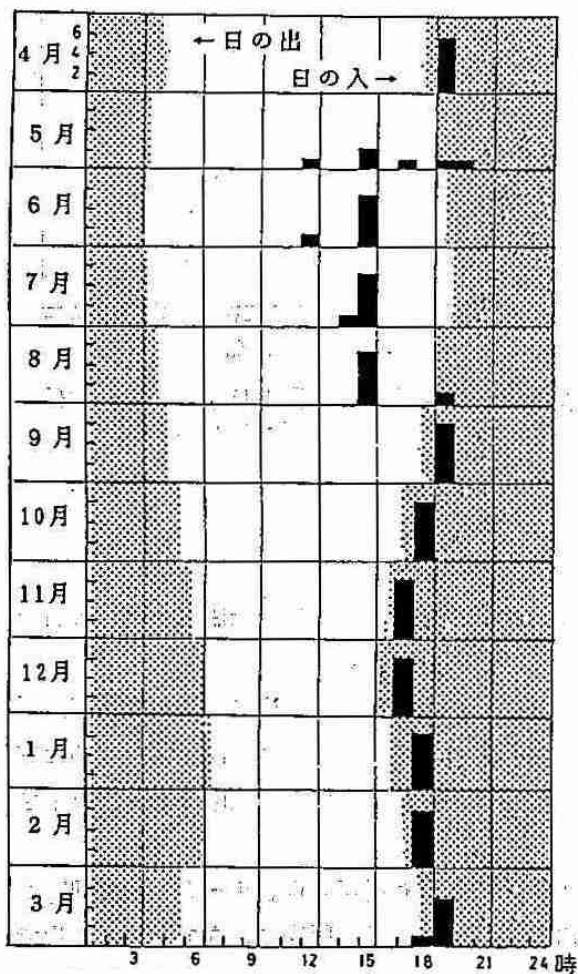


図-13 最大電力の時刻別出現頻度 (1987年～1992年)
棒グラフは最大電力の出現時刻の頻度、網目は日の出、日の入時刻(札幌)を示す。

5. 水道凍結と気象

水道凍結は一般的には-4℃以下で発生し、最低気温が-10℃以下になると急激に増加するといわれております。

札幌市水道局でとりまとめた水道凍結による冬

季修繕工事件数をもとに、気象との関わり方をみてみましょう。

(1) 水道凍結修繕件数の経年経過

1987(昭和62)年度から1992(平成4)年度までの各年の12月～3月の期間における、水道凍結による修繕件数の経年変化を図-14に示します。年による変動が大きく、1987(昭和61)年度と1989(平成元)年度は18,000件ほどですが、1992(平成4)年度は最も少なく1,400件でした。

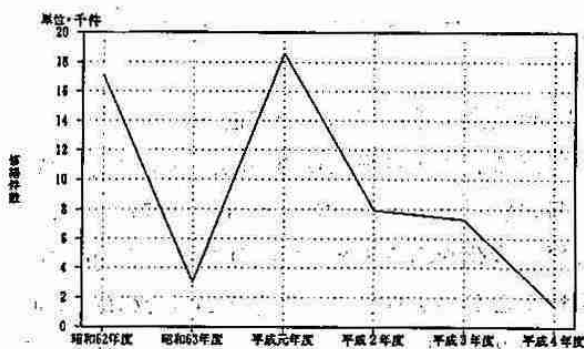


図-14 水道凍結修繕件数の経年変化

12月～2月の①真冬日(月最高気温が0℃未満の日)日数、②最低気温が-8℃以下の日数を図-15に示します。

これらの図から修繕件数が予想通り気温の低い気象条件との対応のあることがわかります。散布図を図-16に示します。-8℃以下の日数と修繕件数の相関係数は0.822です。真冬日の日数の場合は0.628です。真冬日の日数よりも-8℃以下の日数との対応が良いことがわかります。

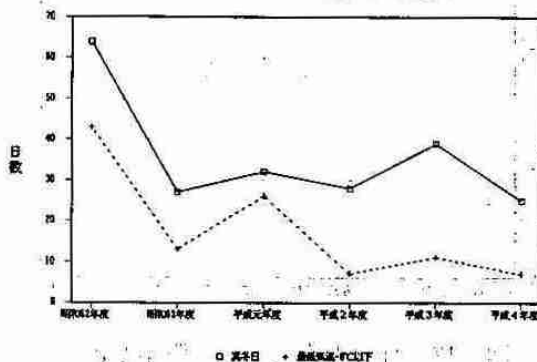


図-15 12月～2月の真冬日日数と最低気温が-8℃以下の日数

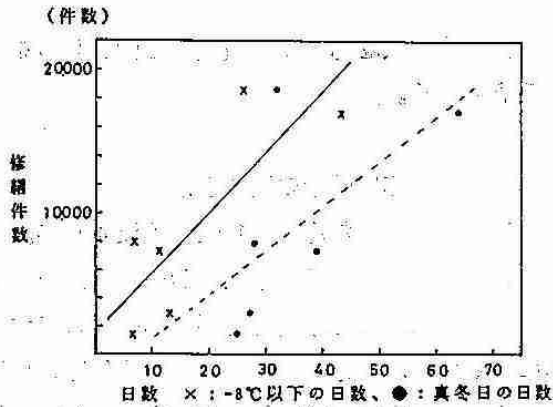


図-16 -8℃以下の日数及び真冬日の日数と修繕件数の散布図
 — は-8℃以下の日数と修繕件数の関係
 --- は真冬日日数と修繕件数の関係

(2) 日最大凍結修繕件数の特性

年度ごとに1日当たりの修繕件数が最大であった日の資料をみてみましょう(図-17)。

経年変化をみますと、やはり年による変動の大きいことがわかります。最も多かったのは1990(平成2)年度で、最も少なかったのは1992(平成4)年度です。先の年度件数と比べますと、1992(平成4)年度は年度件数と日最大件数がいずれも最少ですが、最多の場合、年度件数では1989(平成元)年、日最大件数では1990(平成2)年が多くなっております。

日最大修繕件数と日最低気温の関係を図-18に示します。資料数に制約がありますが、最低気温の低いほど修繕件数が多くなっております。

電力消費の例と同じく、日最大件数では当日の気象条件が直接影響し、年度件数では期間全体の

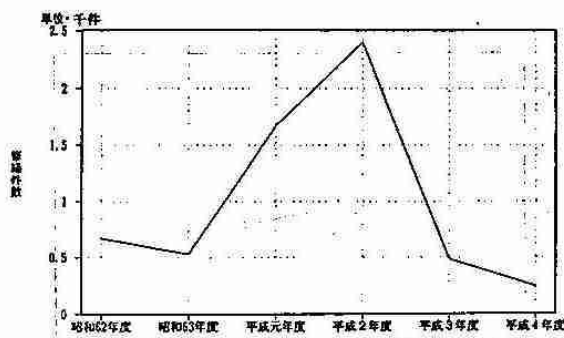


図-17 日最大修繕件数の経年変化(1987年~1992年)

気象条件との対応が良いことがわかります。

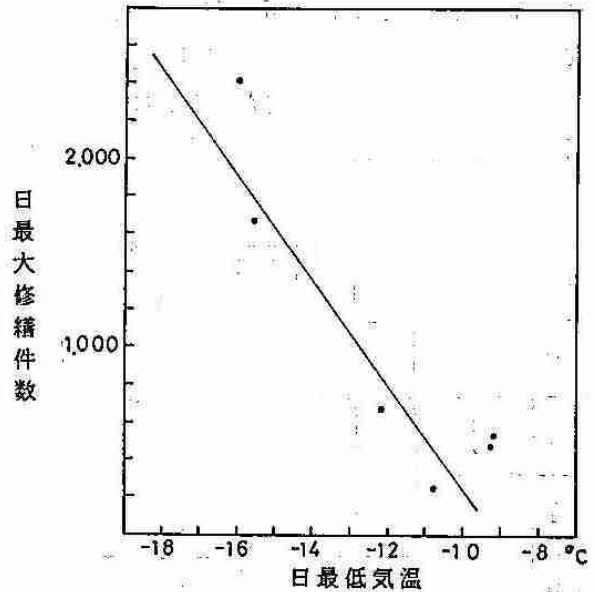


図-18 日最大修繕件数と日最低気温の関係(1987年~1993年)

おわりに

流通気象をテーマとして、来店客予測の分析方法を取り上げました。

この方法は日本気象協会中央本部研究所が、(財)流通システム開発センターと共同研究を進めた成果の一部です。詳しくは参考文献2をお読み下さい。

私たちの消費行動がPOSデータとして即時に利用され、翌日以降の販売に役立てられる時代です。私たち自身が情報の受け手であると同時に、情報の送り手であるといえます。

このような情報社会の中で身近な例として紹介しましたビール消費や電力の利用、水道凍結の他、多方面にわたって私たちの生活は気象との関わりが深いものです。その関わり方も時代と共に変わってきております。

天気予報の精度の向上、内容の充実はめざましいものがありますが、必ず予報誤差を伴うものです。誤差があるから利用しないということではなく、予報誤差を把握した上で、情報を利用するこ

とが必要です。

今や天気予報の時代から気象情報の時代に変わりつつあるといえます。利用者が目的に応じて、如何に気象情報を利用するかという時代になりました。

大いに気象情報を利用して下さい。

最後に資料の提供をいただきました札幌市観光部調査係、同水道局漏水防止係、北海道電力株式会社工務部の関係者に心より御礼申し上げます。

参考文献

1. 朝倉 正 編著 「産業と気象のABC」
成山堂書店
2. 朝倉 正他著 「現代の気象テクノロジー6,
経済活動と気象」
朝倉書店
3. 金子郁容 著 「岩波セミナーブックス33<不
確実性と情報>入門」
岩波書店
4. 岡村 存 著 「天気予報はどこまで正確に
できるか」
森北出版株式会社

平成5年度北海道支部気象講演会のお知らせ

テーマ 「札幌の冬の気象」－冬に備えて賢くなるうー

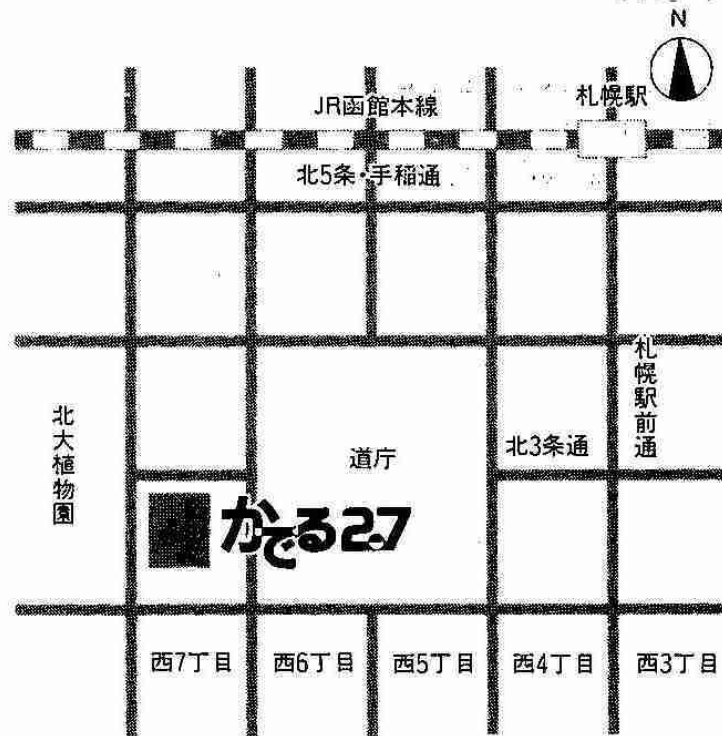
講演内容 講師3名により、次の構成で一般市民を対称に身近な気象現象を講演する

- ① 北海道の冬の気象特性 (札幌管区気象台 久保主任技術専門官)
- ② 札幌周辺の雪の降りかた、積りかた (北海道大学理学部 菊地教授)
- ③ 冬の道路交通 (日本気象協会北海道本部 竹内技師長)

日時 11月11日(水) 13時半～16時半の3時間程度

会場 「かでる2.7」4階大会議室 (入場無料)

札幌市中央区北2条西7丁目1番地



—写真訪問①—

浦河測候所の沿革

浦河測候所の創設経緯は「浦河築港事業の完成と共に沿岸沖合漁業に従事するものが激増し、海難防止のためにも、気象利用の必要性が考えられ、日高沿岸漁民、特に浦河町民の要望と浦河町の敷地寄付により設立せらる」とある。

大正15年12月3日（文部省告示第380号）日高国浦河町に設置浦河測候所と称す。

昭和2年1月1日（中央气象台告示第3号）気象業務が開始された。

浦河港は日高地方の唯一の商業港であり、拠点漁港でもある。明治20年浦河築港工事がイギリス人によって進められた。大正10年から浦河港の修築工事が始まり昭和4年に完成した。

北海道の背骨といわれる日高山脈は、かつては厚い地層を堆積させた地向斜の海が、一転して地殻変動の場となり激しい変成作用や深成作用をともないつつ、しだいに隆起して褶曲山脈が出来たもので、「日高山運動」と言って、今から1200万年前中生代白亜期のことである。この時代の代表的化石、アンモナイトの産地として浦河は有名である。

今の山容になる間に、地球全体が冷える氷河期が何回かあった。山頂の氷河が山肌を削って、お椀みたいな円い底の谷を造る。この山斜面に生じた半円形の凹みカールが、幌尻岳などに見られる。日高山脈の南の端えりも岬の沢から氷河時代のマンモス象の臼歯が発見され氷期は大陸とつながっていた証拠でもある。また、この時代の生きた化石と呼ばれる啼きウサギが棲んでいる。

氷河の盛衰による海水面の昇降で海進、海退を何度か繰返され、海岸段丘、河岸段丘ができた。最後の氷河時代の最盛期（2万年前）が終わり気候が温暖となる後氷期にはいって最も気温が上昇したのは、今から約6千年前で海面はおそらく今より4メートル位高かったものと推定されている。したがって海は陸地に浸入していった。縄文海進とよんでいる。現在の浦河市街地の大部分は太平洋の荒波にあらわれていたことでしょう。

浦河市街は日高山脈を背にし、単調な海岸線に迫った海岸段丘がけの狭い平地と、中小河川の河口付近に形成されている。浦河測候所は市街中央の小高い台地（海岸段丘）にあり眼下に海岸沿いに伸びた町並みと浦河港を一望できる。今から遡ること何千年もの昔、眼前に波頭を噛む太平洋を望み背後に連なる日高山脈を背負う、この台地から先住民、縄文時代の遺跡が発見された。

先住民は、日当たりがよく水はけがよくまた飲み水が得やすい所を選び、住居をかまえ狩や漁をして生活していたと想像される。出土したものは、石器（石槍、石斧、石包丁等）、土器（破片が多く完全なものはない）、獣骨などである。しかし、遺跡は相当に攪乱されている。浦河ではこの他、十数地点から縄文時代、続縄文時代、擦文時代の土器、石器、装身具、骨角器などが出土している。いずれも海岸沿いの海岸段丘や

河川下流域の河岸段河上に分布している。

浦河測候所は縄文時代の埋蔵文化財の上に建っていることになる。近年多くの気象台、測候所が合同庁舎に入る中で、当所は現在地に単独庁舎の新営計画で、今年度そのための調査費がつき平成6年度から工事着工し平成7年度完成の予定である。このため文化庁による発掘調査が昨年10月実施された。調査は露場とその周辺で行い1地点(1㎡)平均50個の埋蔵物が出土した。埋蔵文化財包蔵地の保護は現状保存を原則としており包蔵地内での工事については十分な注意が必要である。

浦河測候所の最初の庁舎は、木造平屋建(53坪)であった(写真1)が、老朽化により昭和29年現庁舎(鉄筋コンクリート造り、2階建一部3階建)に変わった。(写真2)写真で見ると、なかなかモダンでどこも傷んでいないように見えるが、地震、風雨等による亀裂、歪み、雨漏り等があり立て替えられる

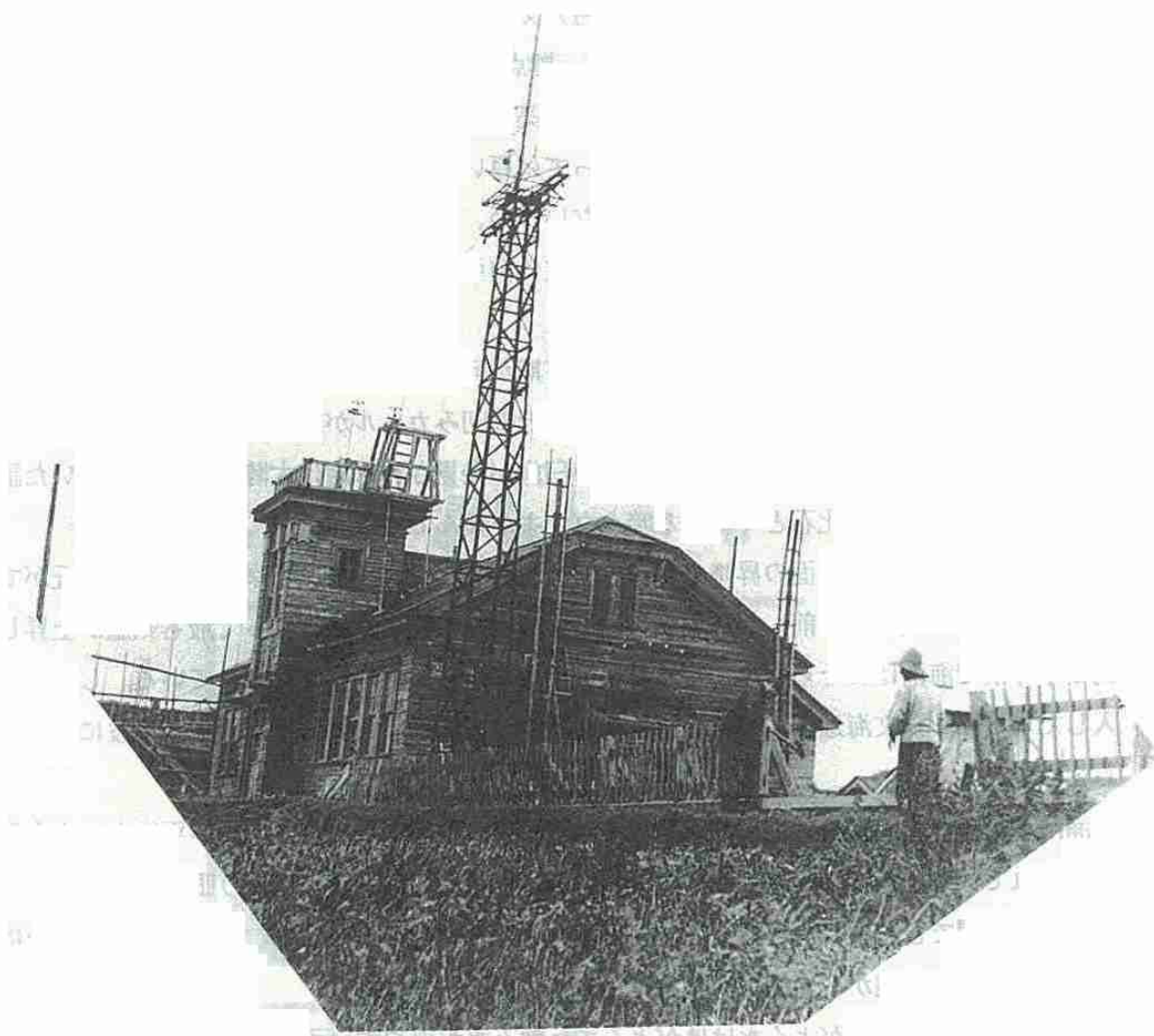


写真1

最初の庁舎(1926.12-1954.12) 1954年5月9日撮影。
1954年(昭和29年)5月9-10日、発達した低気圧が本道を横断、全道暴風雨、被害大。10日の日最大風速NW35.2mは5月第1位の記録庁舎全景が入った写真はこの1枚で貴重なものである。この年の12月には取り壊され、新庁舎に移る。

ことになった。写真中央の測風塔の右側（現業室）は浦河沖地震（1982年浦河沖地震）の後、改築されたので、この部分をのぞいて立替えられることになった。

浦河測候所の高台から望む景色は素晴らしい、海を黄金色に染めて沈む夕日を眺めるとき、先史時代の人達も同じ場所に立って同じ夕日を眺め、素朴で活動に満ちた生活を営んでいたであろうことを想い、親しみと憧憬が湧いてくる。

（浦河測候所長 稲童丸純）



写真2

現在の庁舎（1954.12-）1993年6月21日、日高信用銀行屋上から撮影。



—写真訪問②—

横津岳気象レーダー観測所 (函館海洋気象台)

レーダー観測所

函館海洋気象台では、平成3年～4年にかけて庁舎の新築と時を同じくして函館気象レーダー観測所の移転新築と機器の更新がなされ、4年10月から本運用が開始された。

これまでの観測所は、百万ドルの夜景とうたわれる函館山のほぼ頂上(314m)に昭和36年に建てられ、37年のスケッチ観測開始以来30年間、職員の交替勤務常駐によってその使命を果たしてきたが、肉眼による風光明媚とは裏腹に、胆振・後志地方や東北岩手県北部がシャドウエリアになることから、かなり以前から横津岳への移転計画があつて、この度その念願が叶ったといえる。

新築された横津岳気象レーダー観測所は、函館市内(海洋気象台)から北北東に約14Kmのところ、1176mの横津岳頂上から南東側に920m、標高1111.7mの地点に建てられた(写真)。この観測所は、気象庁レーダー観測網20ヶ所のサイトの中で、富士山につぐ2番目の高さであり、冬期間は想像以上の厳しさがある。

新築された観測所は、鉄筋コンクリート3階建てでその上に鉄骨の階段とレドーム室があり、1階は電源室、2階は機械室、3階は待機室となっており、緊急時には仮宿泊出来る最低限の設備が整っている。

レーダー機器

横津岳の新レーダーは、海洋気象台からの遠隔操作によって制御されている。また、今までの機器はデジタル化装置が付加された形であったが、新レーダーはデジタル化装置と一体化した構成となっている。

機器制御を行う「遠隔制御装置」はサイトに1セット、気象台側のレーダー観測室に1セット、観測・予報現業室に1セット置かれ、どの装置からも同様な制御が可能である。更に、サイトの機器制御だけでなく、機器の状況監視や運用履歴など、また、観測所の防犯や火災報知など庁舎の管理に関する情報も入手できる。

レーダー装置の機能は、旧函館山のものともあまり差はないが、観測所が高所に移転したことにより観測エリアが格段に広く(別図1)なったことや、ソフトの改良により雨量強度の16段階表示や鳥瞰図(別図2)の表示も出来る。所在地及び出力等機器の概略は次のとおりである。

横津岳気象レーダー観測所概要

観測所所在地	亀田郡七飯町字大川790 (北緯 41° 55' 52" 東経 140° 47' 06")
空中線海拔高度	1142.1 m
送信周波数	5300 MHz

送信尖頭電力 250 KW

観測表示メッシュ 2.5×2.5 Km

レーダーによる観測結果は、従来と同様に札幌管区へL/A用と西北海道レーダー合成図用のデータを送信し、仙台管区にも東北地区レーダー合成図用のデータを送信している。但し、仙台への送信は盛岡地方気象台経由に変わった。

以上で簡単な横津岳気象レーダーの紹介を終えるが、レーダー情報はリアルタイムな情報であり、また、これから重要視されるメソ量的予報への利用にも大きく貢献できるものとして期待している。

(函館海洋気象台 能島勝彦)



〔横津岳気象レーダー観測所〕

(函館海洋気象台)

横のパンザマストはVHF中継用でアンテナはまだ設置されていない。

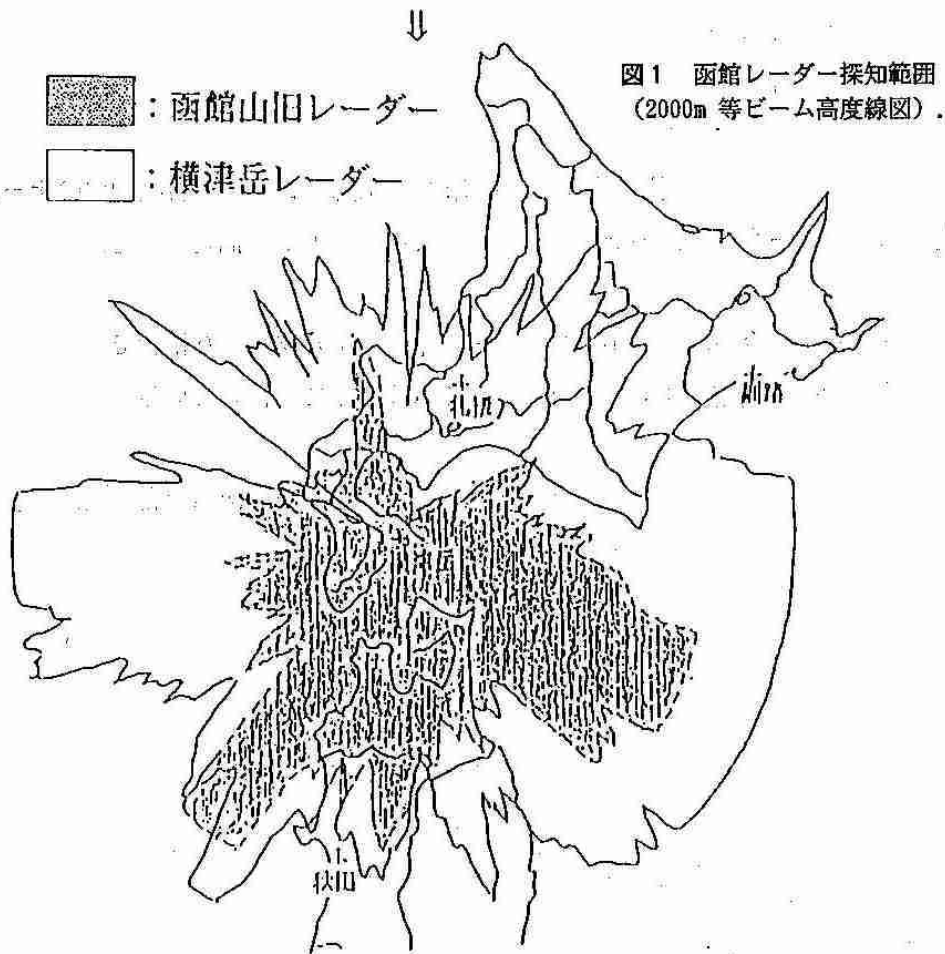
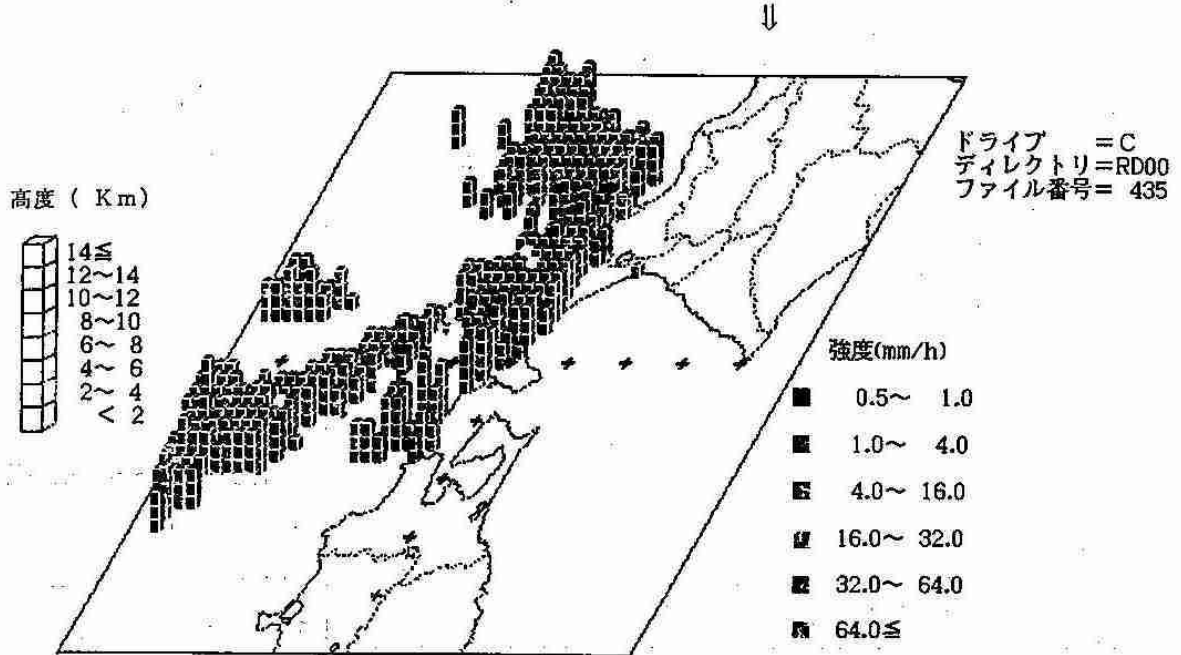


図2 [鳥瞰図] (カラー)
 雨量強度を16色カラー表示.
 エコー頂高度を棒グラフ表示.



— 会員寄稿① —

気象学会 北海道支部 会員数の経過

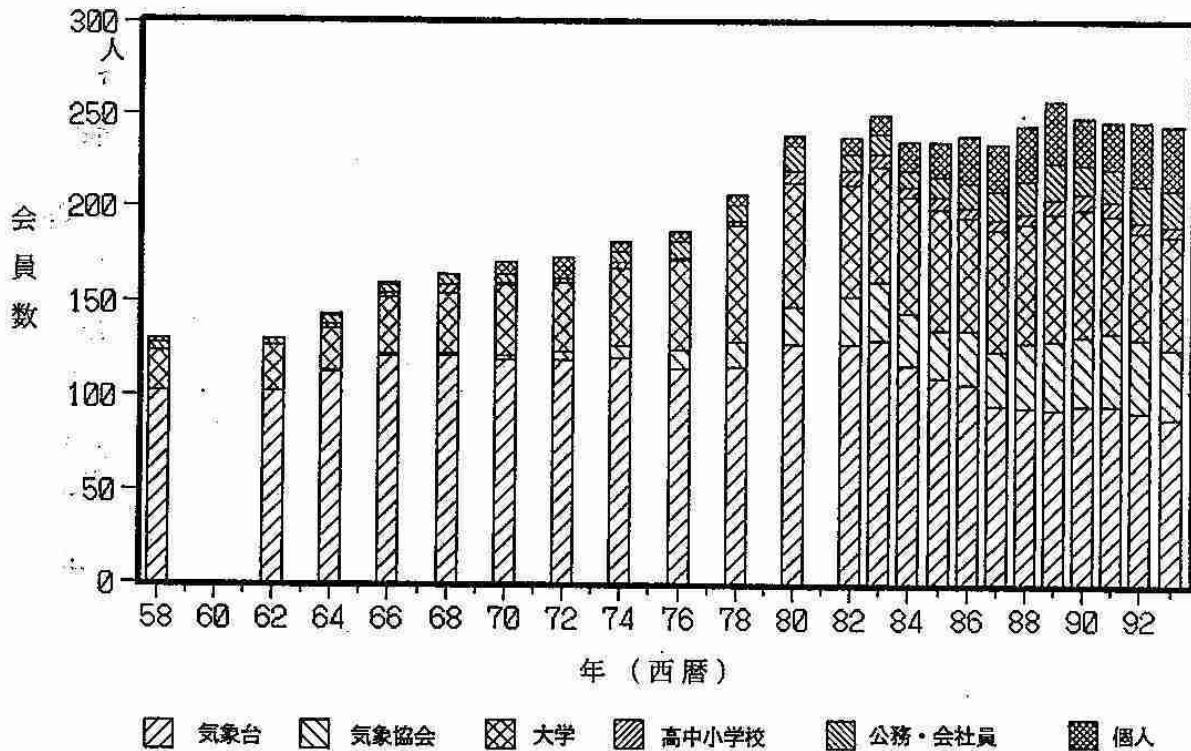
支部長 久保田 効

日本気象学会北海道支部会員数の経過を「細氷」からグラフにしてみた。総会員数は1957年に支部が発足して以来1983年まで増加し続けたが、その後は増加傾向は止まっている。ほぼ一定の水準を保つ1980年代以後のグループ毎の会員数の経過をたどると、気象協会、公務・会社員および個人は増加し、その分だけ気象台職員は減少しているのが特徴である。

気象協会や気象関連会社の会員数の増加は、民間気象事業者の局地予報業務への参加を図る気象業務法の改正に伴い、今後も続く予想される。

高中小学校の先生方の活躍は、学生が気象という自然科学を好きになるか、嫌いになるかの鍵となるので、気象学会にとって非常に重要ではないだろうか。気象学会には奨励金その他の表彰制度があるが、高専、高

日本気象学会北海道支部会員の変遷



中小学校の先生にも出来るだけ適用して、勇気づけることが重要だと思う。

気象台職員会員数減少の理由は、札幌管区気象台気象部門職員数の減少と気象業務の行政化が上げられる。元日本海洋学会会長の増沢譲太郎博士が、その創立50周年に当たる1990年において、海洋学会員である気象庁職員数が減少して来ていることに触れて、例え行政化が進んでも、“気象業務が科学技術に基礎を置く以上、いつも積極的に調査研究に取り組んでいなければ、業務内容が貧困になるばかりである”と述懐しておられる（腰越の記、1993）。この状況は気象学会においても、全く同様だと私は思う。私の個人的な経験では、気象学会活動は、視野を広め、業務内容を深めあるいは勇気づけてくれて、いろいろな気象業務の分野で大いに役立った。これからの若い職員にも、気象業務に学会活動を利用されるようお奨めしたい。



— 会員寄稿② —

パプアニューギニア、マヌス島レーダー観測報告

北海道大学理学部 上 田 博

西太平洋赤道域の大気・海洋相互作用の実態を解明することを目的とした研究、TOGA-COARE (Tropical Ocean Global Atmosphere Programme - Coupled Ocean-Atmosphere Responce Expriment) の集中観測が、米国、日本、オーストラリアなどの国際協同研究として行われた。私たちは、文部省科学研究費によるこの研究の一環として、1992年11月3日から1993年1月28日まで、パプアニューギニア、マヌス島において、2台のドップラーレーダーを中心としたクラウドクラスターのレーダー観測を行った。この観測には北海道支部会員のうち14名が参加した。北海道支部としてはあまり馴染みのない熱帯でも、雲の上空では雪になっているものが多くみられた(写真1)。気象学・気候学の研究には、雪や降雪など北海道に馴染みのある問題の理解が大切だと感じたので、熱帯での観測の報告を行うことにした。

1992年11月3日のマヌス島到着、現地での機器設置、観測開始までに、約2年間綿密な準備を行ってきたので、熱帯地域で多くの学生が参加して長期間の観測を行うことに対しては、マラリヤ以外はあまり不安は

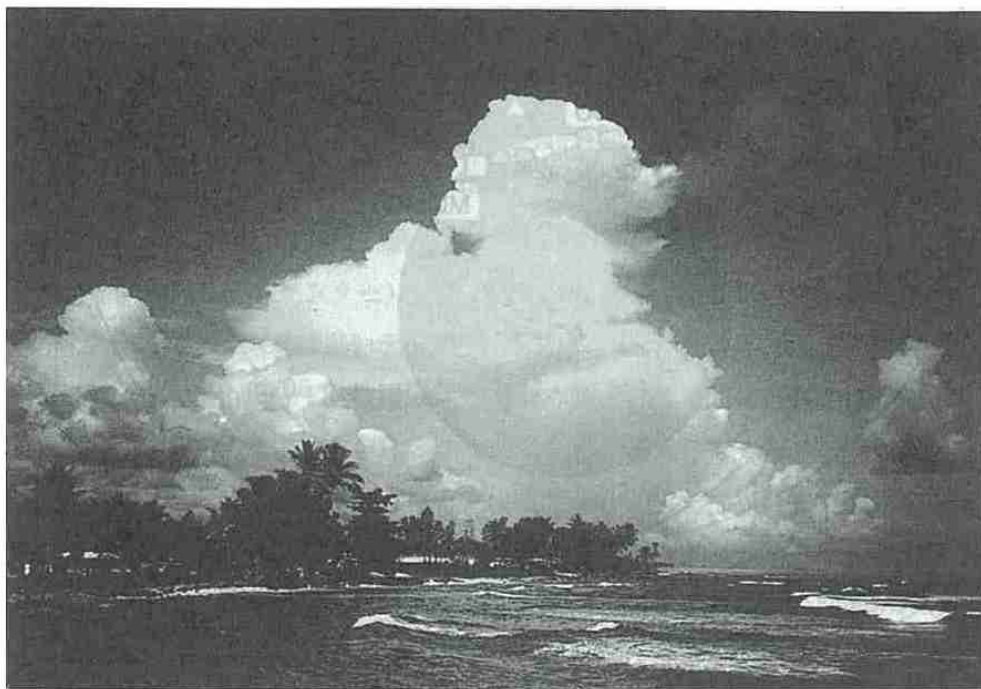


写真1 マヌス島で見られた積乱雲。雲の上部では氷晶化が進んでいる。

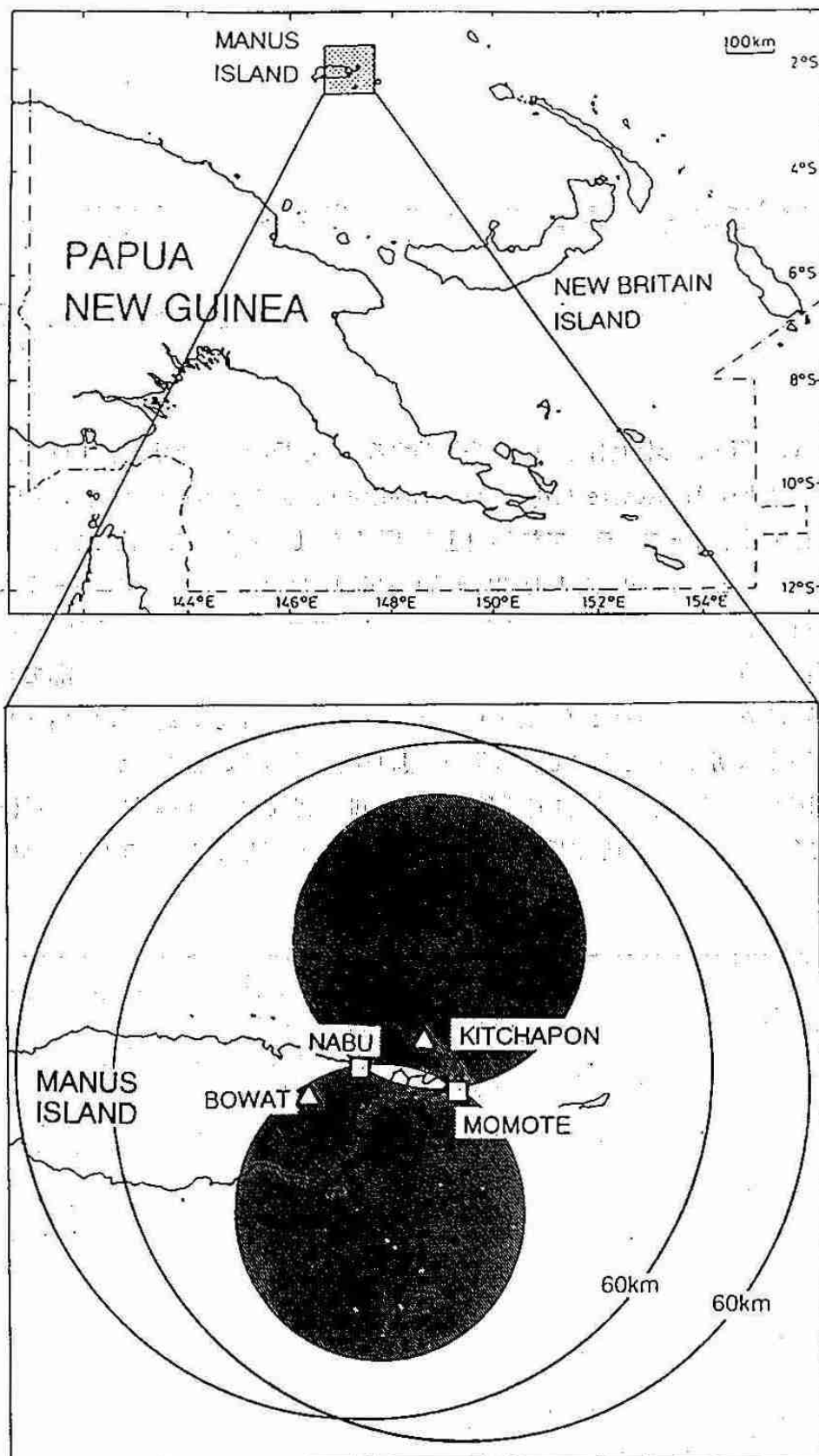


図1 パプアニューギニアの地図とマヌス島に設置したレーダー等の観測網。ドップラーレーダーをナブサイト (NABU) とモモチ空港(MOMOTE)に設置した。影の部分は2台のドップラーレーダーの解析範囲を示す。△印は雨量観測点。

感じなかった。しかし、私はレーダー観測の現地での隊長をおおせつかったので、輸出入の手続き、機材の輸送、観測計画の作成、観測者の配置等々のすべてを担当することになり、準備に膨大な時間を費やした。ただ、主要観測機材のうち、北大低温研のドップラーレーダーについては、ほとんど大井さんが輸送・現地観測に必要な準備を整えて下さったので安心であった。北大理学部はドップラーレーダーについてはすべて自分達で組立ができるようにコンテナと観測塔の準備をした。北大理学部のレーダーについては毎年のように移動して観測を行っている経験を持つので大きな問題はなかった。

マヌス島には11月3日に9名が到着した。パプアニューギニア気象局から同行してくれたKen Zorika氏とマヌス測候所職員の3名の協力により設置作業が始まった。観測地域は赤道西太平洋域の、パプアニューギニアの北端の島（南緯2度、東経147度）で、赤道に近く、2台のレーダーを設置するのに十分な大きさの島であるという意味で、観測には非常に条件の良い場所であった。図1に観測地点の位置と、レーダー観測範囲を示す。ナブサイトに北海道大学理学部のドップラーレーダー（写真2（上段））を、モモチ空港に北海道大学低温科学研究所のドップラーレーダー（写真2（下段））を設置した。また、雨量計等の種々の気象観測機器も設置した。

観測機材は、海洋科学技術センターの観測船がマヌス島まで直接輸送してくれたので、安全確実であり、経費の面でもたすかった。マヌス島の港から観測点までの機材の輸送と設置には現地のクレーン車とトレーラーを使用した。しかし、船から荷降ろしを始める前に、マヌス島で一台しかない大型トラックである、トレーラーのクラッチ板にトラブルが生じ、修理が完了するまでの一昼夜作業が遅れてしまった。作業員全員が炎天下に立ち往生する事態になり、観測船のスケジュールを遅らせてしまい、一時は途方に暮れてしまった。しかし、トレーラーはパプアニューギニアの政府機関のものであり、運転手はじめ関係者の夜中までの修理作業によって一日遅れだけで輸送を終えることができた。その後は、事前に依頼していた電源工事では安定した電気をえることができず工事をやり直してもらったり、物資の確保に手間取ったりで、観測開始は予定より約一週間遅れた。もし、人員と予算に余裕があればもっと早くに設置をしておきたかったところであったが、運良く、レーダーの設置完了と同時に最初の顕著な雲群（クラウドクラスター）を観測することができたので事なきをえた。

観測体制が完全に整った11月22日には、研究プロジェクトの本部から田村教授（東京大学名誉教授）、住教授（東京大学気候システム研究センター）、文部省の串田氏の訪問を受け、観測隊員は一層元気づき、24～25日のクラウドクラスター観測では良いデータを取得できた。住教授等と同時に、台湾のメソ気象・レーダー気象学の一任者であるChen-Tai-Chi教授以下3名が到着し、10日間ほど観測に参加した。さらに、韓国ソウル大学のLim 助教授他2名は12月末からミニソーダー等を搬入してモモチ空港で観測を行った。

マヌス島レーダー観測グループは、途中人員を交代して、1993年1月24日まで観測を続けた。スーパークラウドクラスターは観測点付近に発生しなかったが、何度かクラウドクラスターを観測することができた。観測期間中の4地点での日雨量の変化を図2に示した。周期的に日雨量の多い期間がみられ、このときには層雲状のレーダーエコーが観測された。また、場所ごとにかなり雨量が異なるのは、孤立した小さな雨雲が雨量計上空を間欠的に通過するためである。

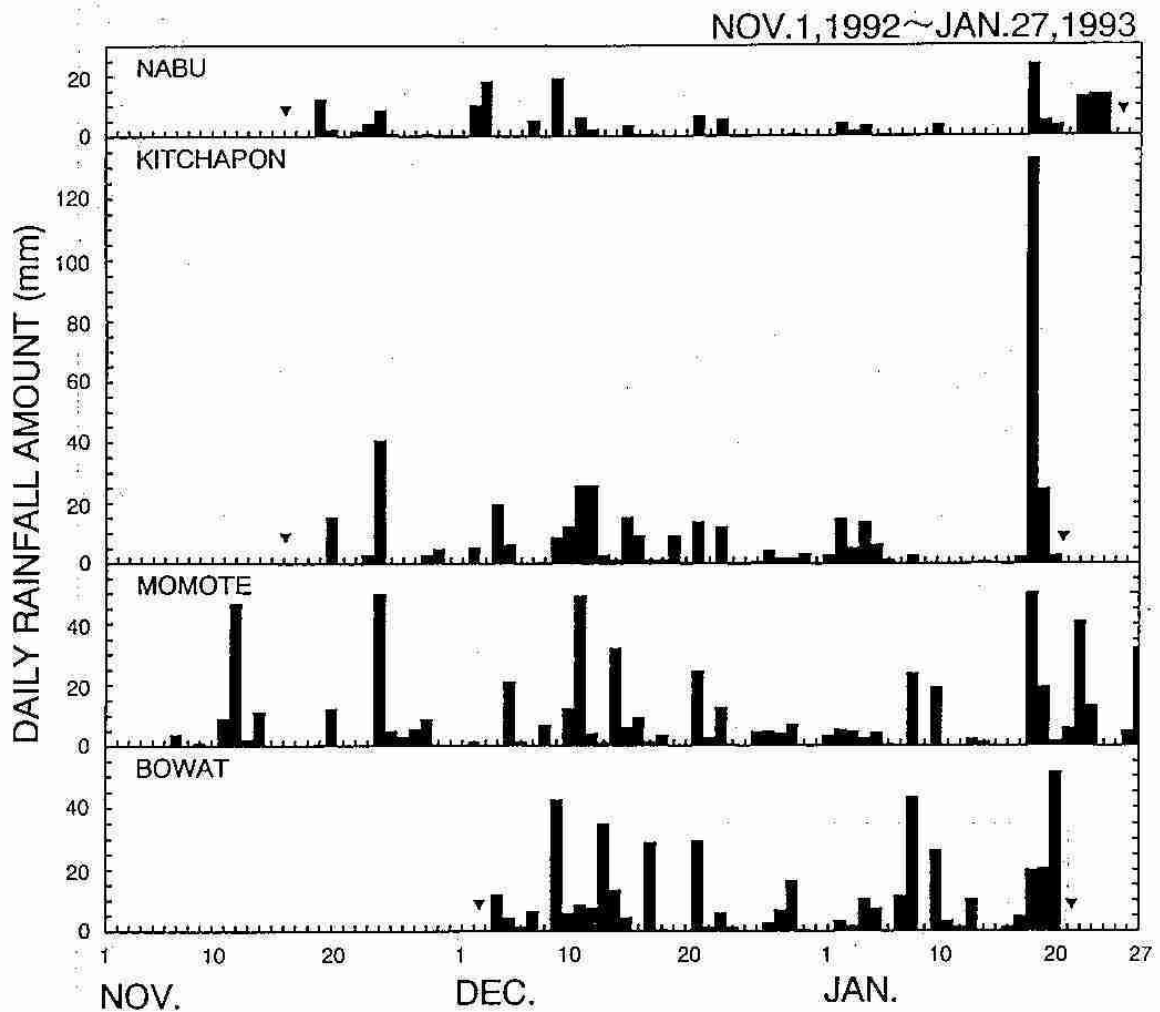


図2 1992年11月から1993年1月の観測期間内の、図1に示した4地点の日降雨量変化。モモテ空港(MOMOTE)を除く3地点の観測開始日と終了日を▼印で示した。

なのが難点だという人もいた。

問題は、マヌス島とパプアニューギニアの首都とを結ぶ飛行機の便は週6便（月曜日と水曜日には便がない）しかなく、病気などで研究者を急きょ帰国させる場合のことを考えると非常に不安なことであった。幸いなことに、マラリヤの予防薬の副作用で学生一人が5日ほど観測を休んで静養した以外は全員元気に観測を終えることができた。観測参加者は現地の人たちとも十分交流を行い、気候変動の問題に世界中が協力して取り組む必要があることを感じてもらえるまでに相互理解を深めることができた。おかげで、盗難等の被害はバッテリー一個と雨具一個のみであった。しかし、人口わずか3万人のマヌス島でもクリスマス前後には帰省者が急に増え治安が悪くなり心配したが、それ以外はのどかな良い観測場所であった。

現在パプアニューギニアのどこよりも平和なマヌス島にも、第二次世界大戦時の日本軍上陸の跡が各所に残っていた。「日本軍上陸の事実を忘れないために」と書かれた記念碑の前では観測参加者一同ただ沈黙し、

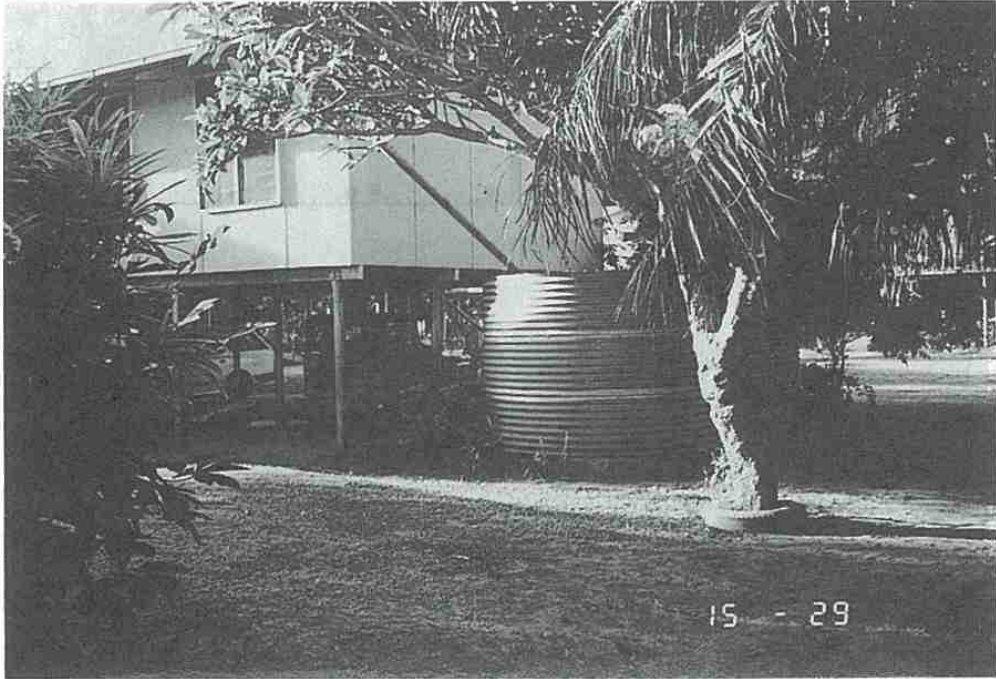


写真3 雨水を集めるドラム缶.



写真4 マヌス測候所の露場近くで水仕事をする大井さんと牛山さん.

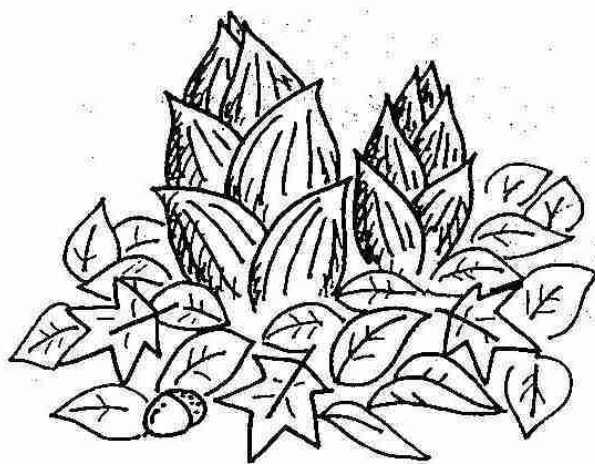


写真5 スーパーマーケット（上段）と朝市（下段）.

戦没者の霊に黙禱した。

観測期間中、日本からファクシミリで、観測領域周辺の流線解析図を、オーストラリア・タウンズビルのオフィスに詰めた黒田氏（海洋科学技術センター）からは雲解析図を送っていただいた。マヌス島の電話事情の悪さもあり画像が鮮明ではなかったが、気象状況の把握には大変役立った。北海道大学や観測船との連絡も適宜行ったが、電話回線の状態は良くなく、電話代金も一回5千円から1万円かかり、予想以上に高かった。独自の電話回線をもてるともっと良かったが、万一日本との交信が途絶えても観測を続けられるように準備をして経費節減を考えた観測であったので、計画どおりの観測ができたというべきであろう。

観測遂行にご支援を下された皆様に心からお礼を申し上げ、観測の詳細についての報告は参加者各人の研究報告にゆだねることとする。



— 会員寄稿③ —

カナダ・マックギル大学とカナダ北極圏を訪ねて

北海道大学理学部 遊馬芳雄

1992年夏、カナダ・モントリオールで開かれたICCP国際会議（雲と降水の国際会議）の後、マック・ギル大学のレーダー観測所、カナダ北極圏（リゾリュート、ケンブリッジ・ベイ）を訪問する機会を得たのでカナダでの気象観測について簡単に報告する。

モントリオールは総ガラス張りの超高層ビルが建並ぶ近代的な都市である反面、歴史を感じさせる石造りの建物も多く、落ち着いたとても気持ちのよい大都市である。丁度、モントリオールにフランス人が入植してから350周年に当たり、各種の催し物が盛大に取り行われていた。

国際会議の会場となったマック・ギル大学はモントリオールのダウンタウンに隣接した丘陵にあり、一歩キャンパス内にはいれば大都会の雑踏も消え、大きな公園のような造りで多くの小動物も生息している。各国からの研究者達が集まる国際会議も無事に終え、最終日に北海道大学低温科学研究所大学院生佐藤晋介さん、気象庁気象研究所の楠研一さんと共にマック・ギル大学のレーダー観測所を見学する機会を得た。

輝かしい業績と歴史を持つマック・ギル大学のレーダーはモントリオールのキャンパスから高速道路を車で30分程走ったところにあった。レーダー観測所はマック・ギル大学農学部附属農場の中にあった(写真1)。白いレーダードームが広大な緑の畑の中にそびえ立ち、紺碧の空とよく調和していて、一種の近代彫刻をみているような美しさであった。丁度我々が訪問したときカナダの環境局長官の視察とも重なり、忙しい中我々を案内してくれたのは、Bellon教授だった(写真2)。レーダー観測所は3人ほどのスタッフで運営されていて、大学院生とともに活発な研究活動がなされていた。このレーダーは大学が管理運営しているが、

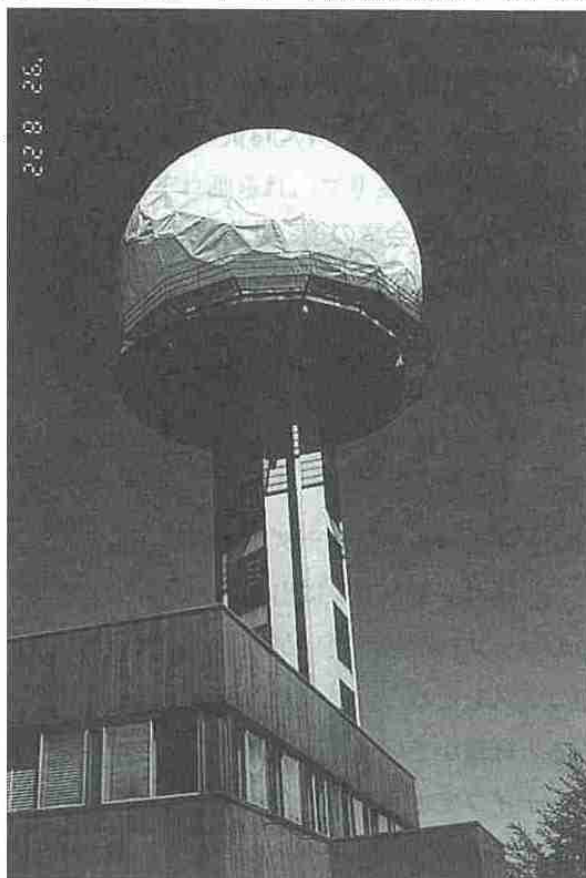


写真1 マックギル大学レーダー観測所のレーダードーム。



写真2. 我々を案内してくれたBellon教授.

データはすべてカナダの気象局にあたるA E S (Atmospheric Environment Service)に自動転送され、天気予報の資料となるばかりではなく、テレビや24時間気象情報だけを放送する専門局のテレビ映像として一般の市民に親しまれている。レーダー本体はかなり古いものであったが、データ処理には最新のワークステーションが数多く使われていて、気象衛星とも併せてデータ解析が行われていた。人口が少なく、膨大な国土を有するカナダではレーダーと気象衛星は非常に重要な役割を果たしていて、この種のリモートセンシングに力を入れて取り組んでいた。我々が訪問した昨年(1992)の8月の段階ではレーダーは反射強度だけを測定するレーダーであったが、今ではドップラー機能も加わりドップラーレーダーとして活躍しているとのことであった。

I C C Pの国際会議の後、北海道大学低温科学研究所遠藤辰雄さん、東京大学海洋研究所坪木和久さん、群馬大学大和政彦さん、防衛大学校鳥谷均さん達と共に、カナダ北極圏リゾリュート、ケンブリッジ・ベイを訪問した。この調査は『中緯度の気象・気候に与える極気団の形成と活動に関する研究』(研究代表者：東京大学海洋研究所 木村竜治助教授)の一環として1993年の冬に行われる観測の予備調査を兼ねている。この研究では極気団の形成過程、流出機構、流出に伴って観測される大気擾乱の構造を研究することを目的としている。

モントリオールからカナダ北極圏リゾリュートに行くには東海岸を北上し、直接リゾリュートに入るコースと、一旦エドモントンに出て、ノースウェスト準州の州都イエローナイフを通して北上するコースがある。前者のコースは距離は短い、飛行機の便数が少ない、後者のコースは距離が若干長い、便数があるので後者のコースをとることにした。夕方モントリオールを立ち、エドモントンで一泊した。翌日、飛行機の窓からみると緑豊かで畑の幾何学模様の美しいエドモントンを出発し、森林豊かなグレート・スレーブ湖畔のイエローナイフでさらに一泊した。ここから飛行機はこの後で訪問するケンブリッジ・ベイに立寄って、北緯74度15分のリゾリュートに向かう。南極の昭和基地は南緯69度であるので、ここは昭和基地よりも極に近い。飛行機は前半分が荷物室になっているボーイング737である。この飛行機が生活物資を運び極域

の生命線となっている。イエローナイフを飛び立つと間もなく森林限界を越え、窓の外には無数の湖が広がっていた。ケンブリッジ・ベイを越えると飛行機はいくつかの島の上を飛ぶ、まだ8月だと言うのに海には流氷が所々に浮かんでいた。光のあたりぐあい氷の厚さの違いによってあるものは青く、あるものは白く、微妙に色が違って見えるので窓からみても飽きなかった。リゾルートは小さなコーンワリス島の南端にあった。リゾルート空港は幹線の定期航空便のあるカナダ最北端の空港である。滑走路は舗装されてなく、もうもうと土煙をあげてジェット機が離着陸する。辺り一面植物が見あたらず、小さな岩ばかりで荒涼としていてあたかも月世界のようなようであった。ターミナルビルも小さな建物が一つで、よく極地でみられるプレハブの建物であった。小さな湖が数多くあるにも関わらず、空気は乾いていて、空はどこまでも青く透き通っていた。4日間の滞在であったが、鋭い日差しと、青空が毎日見られ、空には巻雲が見られるだけであった。空港の近くは政府機関が集中していて、働いている人々の多くは白人であった。リゾルートのイヌイト（エスキモー）の集落は空港から車で10分ほど離れたところにあり、人口は160人程であるとのことである。街には学校や生協、コミュニティセンターがあった。人々の住居は近代的で、庭にはポーラーベアーの毛皮が干してあったり、カリブーの角も何気なく転がっていた。イヌイトだけが狩猟を許されているそうである。

リゾルート測候所は空港の建物の一角にあり（写真3）、高層気象観測所は車で5分ほど行った場所に独立してあった（写真4）。露場は空港内にあり、観測項目も充実している（写真5）。気温、湿度、風速風向、気圧、降水量、蒸発量、地中温度、日照、放射、地中温度の他、「細氷」37号でも紹介された最新式のブリューワ分光光度計も備えていて非常に充実している。日照計は写真6の様に白夜にも対応できる構造となっている。高層観測も通常の高層観測以外にオゾンゾンデが毎週あげられている。特に、日射に関する観測が充実していて全天日射、天空散乱日射、地表面反射日射がそれぞれ測られ、ブリューワ分光光度計の



写真3 リゾルート測候所。空港の一室にある。

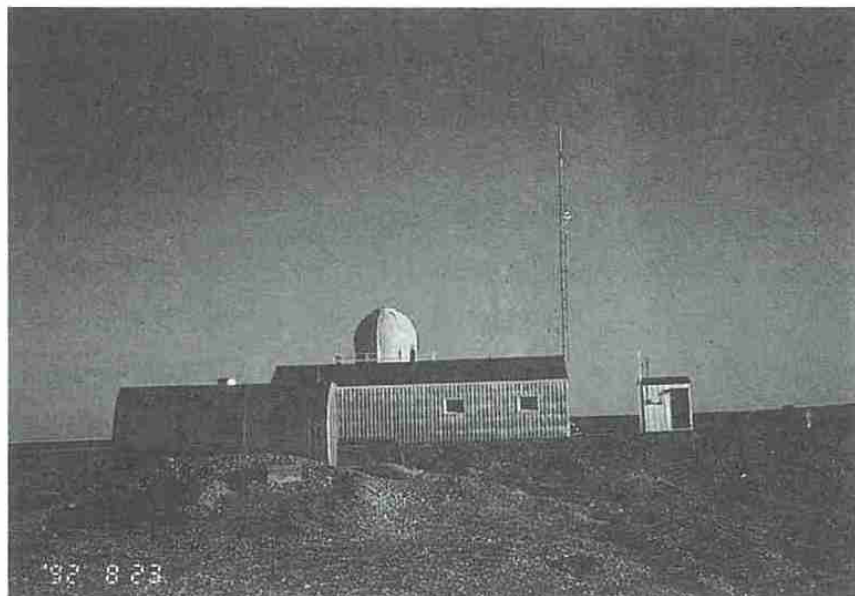


写真4 レゾルート高層観測所.



写真5 レゾルート測候所の露場。後ろに滑走路が見える。

観測が行われている。また、オゾン量の測定もなされている。写真7の様なオゾンホールやオゾン層の破壊に関する一般向けのパンフレットも作られていて、極域で特に重要な環境問題への関心の深さを感じた。

リゾルートはあまりにも自然がきびしく、さながら月世界のものであった。1940年代に周囲を開拓した時のキャタピラの跡や足跡が今なお残り、飛行場の周囲にはかつて墜落した飛行機の残骸が片付けられずに残っていた。湿度が低いためか何年たっても遺物がそのままのかたちで残っている。そんな中でもアークティックボピーが可愛らしい黄色の花を咲かせ殺伐とした風景に中にも彩りを添えていた。我々が、リゾ

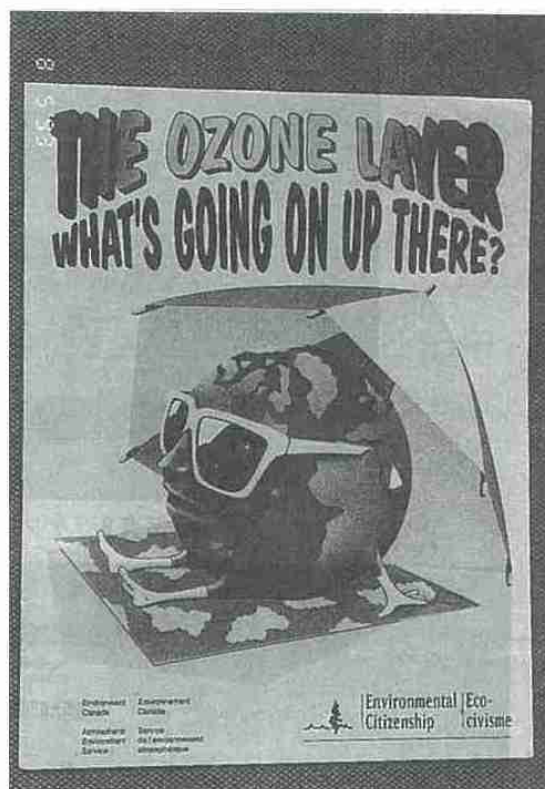
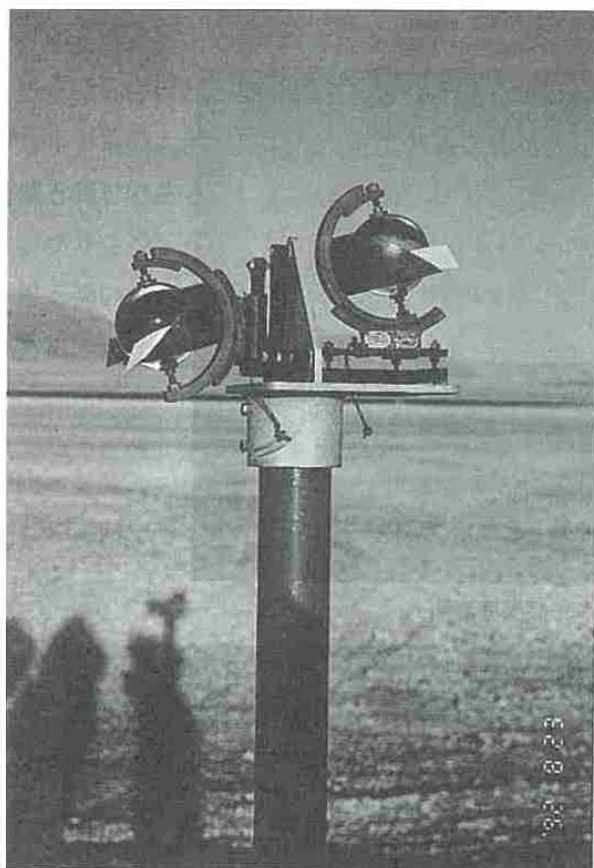


写真6 日照計。白夜でも観測できるように工夫されている。 写真7 オゾン層破壊を警告するパンフレット。



写真8 ケンブリッジベイ測候所。空港の一室にある。



写真9 ケンブリッジベイ高層観測所。



写真10 ケンブリッジベイ測候所の気象機器。一般向けにディスプレイされている。

ルユートを後にするときすでに海が氷に覆われ、たった3週間しかない短い夏の終わりがすぐそばにまで到来していた。

リゾルユートをあとにし、ヴィクトリア島のケンブリッジ・ベイに向かった。リゾルユートに比べるとケンブリッジ・ベイは生命感にあふれる街である。人口は1000人程であり、リゾルユートよりも1桁も大きい。高い樹木はないものの草は生い茂り、鳥も多く、街も大きく、大都会のように感じられた。この街は特に冬の異常なほど低温になることで知られている。ケンブリッジ・ベイ測候所も空港の建物の一角にあり(写真8)、高層観測所は街から離れた場所にある(写真9)。極域の気象観測の最前線であるリゾルユートと比較すると観測が簡素化されているようである。写真10は測候所内の観測機器である。

ケンブリッジ・ベイは名前の示すとおりの入り江になっていて、夏はフィッシングを楽しんでいる人たちが多

い。チャーと呼ばれる鱒と鮭のあいこのような大きな魚がとれるそうである。イヌイットは我々と同じモンゴロイド系の人種で、我々と習慣がよく似ている。街で子供を背負った女性を見かけたが、ほとんど我々の習慣と同じであるのには非常な親しみを感じた。

ケンブリッジ・ベイの冬は同じ緯度に比べると非常に冷える。緯度の高いリゾートよりも寒くなる。また、風も強い。この寒気形成のメカニズムを解明するために、今年の冬はケンブリッジ・ベイに滞在する予定である。



— 総会報告 —

平成5年度支部総会報告

平成5年6月11日（金）支部研究会に先だって、平成5年度支部総会が北海道大学理学部3号館を会場に開かれた。

総会は、出席者は38名、委任状71名で成立した。

議長には若原勝二会員（札幌管区気象台）が選任され、次の順で議事は進行した。

久保田効支部長（札幌管区気象台長）のあいさつに始まり、山崎道夫理事（日本気象協会北海道本部長）から平成4年度事業報告、上野昇常任理事（札幌管区気象台）から平成4年度決算報告、兒玉祐二会計監査（北海道大学低温科学研究所）が出張不在のため上田博幹事長（北海道大学）から書面による会計監査報告があり、出席者全員の拍手で承認された。

続いて、山崎理事から平成5年度事業計画、上野常任理事から平成5年度予算案が説明され原案どおり承認された。

最後に、その他の事項で澤田可洋常任理事（札幌管区気象台）から幹事1名増員の議案提出があり講演担当幹事とする旨の説明及び増員に伴う支部規約の一部改正案（第八条 幹事5名を6名に）が行われ、承認された。

総会次第

開会

議長選任

議長あいさつ

支部長あいさつ

議題

- 1 平成4年度事業報告
- 2 平成4年度決算報告
- 3 平成4年度会計監査報告
- 4 平成5年度事業計画案
- 5 平成5年度予算案
- 6 その他（幹事増員及び支部規約の一部改正）

閉会

平成4年度事業報告

日本気象学会北海道支部

- 1 第18期支部役員選挙
 - 告 示 4月20日
 - 候補締切り 5月1日
 - 投票用紙発送 5月7日
 - 投票締切り 5月29日
 - 開 票 6月2日 投票数162票 無効・白票0票
 - 結 果 理 事 菊地勝弘, 遠藤辰雄, 山崎道夫, 久保田効, 澤田可洋
松田 一, 菊地 正武 次点 12名(各1票)
 - 会計監査 兒玉裕二 次点 2名(各1票)
- 2 平成4年度支部総会
 - 平成4.6.12(金)実施(北大理学部3号館地球物理学教室30401講義室)
 - 44名出席 委任状38名
- 3 平成4年度支部研究発表会
 - 第1回 平成4.6.12(金)(北大理学部3号館地球物理学教室30401講義室)
 - 発表題数:10題 出席者:41名
 - 第2回 全国秋季大会があったため協議の結果とりやめ。
- 4 第10回夏季大学講座
 - 平成4.7.30(木)~7.31(金)開催:申込者56人 第1日目47人 第2日目43人
 - (第1日目:日本気象協会北海道本部)
 - (第2日目:札幌市青少年科学館 両日とも10:00~16:00)
 - 第10回記念表彰(8回以上参加者)
 - 大久保信之, 加藤貞明, 新谷 彰, 元茂正明 各氏
 - 講 師:植松 孝彦(気象協会), 中山 交市(高砂香料)
 - 澤田 可洋(気象台), 若原 勝二(気象台)
- 5 日本気象学会全国秋季大会開催
 - 平成4.10.7(木)~10.9(金)開催
 - 会場:札幌市教育文化会館及び北海道厚生年金会館
 - シンポジウム "都市の豪雪" -ここまで来た降雪の観測と予測-
- 6 日本気象学会奨励金受領
 - 4.10.7 今 勝義(函館海洋気象台), 川野 浩(網走地方気象台)
- 7 「細氷」第38号発行 4.10.26 350部
- 8 特別講演会
 - 5.3.26 福田 矩彦博士(ユタ大学気象学教室) 於 北大低温科学研究所
- 9 支部理事会
 - 第1回 4.6.8(札幌管区気象台)
 - 第2回 4.9.7(北大理学部)
 - 第3回 5.3.2(北大理学部)
- 10 幹事会
 - 第1回 4.4.9(札幌管区気象台)
 - 第2回 4.6.2(")
 - 第3回 4.8.3(")
 - 第4回 4.9.3(")
- 11 全国秋季大会実行委員会
 - 第1回 4.6.8(札幌管区気象台)
 - 第2回 4.9.7(北大理学部)
 - 第3回 5.1.14(センチュリーローヤルホテル)

平成4年度決算報告

収入

項目	予算 円	実績 円	備考
前年度繰越金	12,172	12,172	
本部交付金	324,000	329,100	(246名×850円)+120,000円
夏季大学補助金	50,000	50,000	本部から
広告料等	150,000	150,000	細水38号の広告料等
預金利息	1,500	4,262	
その他	0	15,500	夏季大学で細水等販売代金
合計	537,672	561,034	

支出

項目	予算 円	実績 円	備考
理事会	8,000	5,200	3回開催
総会研究発表会	8,000	4,032	案内状送付
事務費	3,000	0	
通信費	10,000	13,089	切手購入等
夏季大学	100,000	95,431	7月30~31日開催
細水38号	380,000	359,944	
交通費	8,000	0	
選挙関係費用	20,000	16,480	投票用紙・封筒印刷等
特別講演会謝金	-	10,000	H5.3.26 福田矩彦氏
予備費	672	-	
翌年繰越金	-	56,858	
合計	537,672	561,034	

平成4年度決算について相違ないことを証明します。

平成5年3月30日 会計監査 兒玉 裕二



平成5年度支部事業計画（案）

1 平成5年度支部総会

- 平成5.6.11（金）13時30分～14時00分
（北大理学部3号館地球物理学教室30401講義室）
総会出席者 38名 委任状 71名

2 平成5年度支部研究発表会

- 第1回 平成5.6.11（金）14時00分～17時00分
（北大理学部3号館地球物理学教室30401講義室）
第2回 平成5.（ ）（札幌管区気象台会議室）

3 第11回夏季大学講座

- 平成5.7.28（水）～7.29（木）開催
（第1日目：札幌市青少年科学館）10時00分～15時00分
（第2日目：財）日本気象協会北海道本部）10時00分～15時00分
「気候変動」等の講義が4題，他に科学館内の気象レーダー，気象衛星
受画装置，人工降雪実験装置の展示及びMICOS等各施設を見学。
講師：第1日 上田 博（北大），渡部 和郎（青少年科学館）
講師：第2日 菊地 勝弘（北大），高橋 満敏（気象協会）

4 気象講演会（支部講演会・特別講演会）

(1) 支部講演会予定

平成5年11月11日（木）13時～17時 かねて2.7,4F（札幌市中央区北2条西7丁目）

(2) 特別講演会

平成5年5月28日（金）北海道大学理学部地球物理学教室会議室

ラブラドル海のメソスケール渦 カナダトロント大学物理学教室 G.W.Kent Moore

平成5年7月5日（月）札幌管区気象台会議室

カナダの冬季じょう乱の概要 カナダ大気環境局雲物理研究部 R.E.Stewart

5 「細氷」第39号発行 8月末日刊行予定

6 支部理事会

- 第1回 平成5.6.4（金）（札幌管区気象台）
第2回 平成5.9.（ ）（ ）
第3回 平成6.3.（ ）（ ）

平成5年度予算(案)

収 入

項 目	予 算 (円)	備 考
前年度繰越金	56,858	
本部交付金	329,100	(850円×246人)+120,000円
夏季大学補助金	100,000	本部から
広告料等	260,000	細水の広告料等
預金利子	1,500	(見込額)
合 計	747,458	

支 出

項 目	予 算 (円)	備 考
理 事 会	10,000	年3回開催
研究発表会・総会	10,000	研究会年2回,総会年1回
事 務 費	10,000	
通 信 費	20,000	切手購入等
夏 季 大 学	100,000	(7月28日~29日の予定)
細 水 3 9 号	400,000	原稿執筆者謝金を含む
交 通 費	50,000	理事旅費等
気 象 講 演 会	145,000	支部講演会,特別講演会等
予 備 費	2,458	
合 計	747,458	

—役員報告—

平成4年度役員会報告

1 平成4年度第1回理事会 (「細氷」38号145頁に報告済み)

2 平成4年度第2回理事会

(平成4年9月7日(月) 於 札幌管区气象台)

出席者：久保田、澤田、菊地勝弘、松田、菊池正武、遠藤、上田、遊馬、若林、藤山、弟子丸

平成4年9月7日(月)に行われた日本気象学会1992年度秋季大会第2回実行委員会で審議された内容が承認された。

3 平成4年度第3回理事会

(平成5年3月2日(火) 於 北海道大学理学部)

出席者：久保田、菊地勝弘、山崎、遠藤、澤田、遊馬、若林、藤山、弟子丸

(1) 支部長挨拶

(2) 全国秋季大会実地報告

菊地常任理事より資料に基づき実施状況報告があった。

また、藤山幹事から大会の決算について説明があった。

(3) 「細氷」39号の発行について

遊馬幹事から前号(38号)並の内容にしたい、昨年の全国大会の陰の声のようなものを載せたい、等の提案があった。

(4) 平成4年度事業中間報告

菊地常任理事より資料に基づいて説明があった。

(5) 平成4年度会計中間報告

藤山幹事より資料に基づき報告があった。

(6) その他

事務局の負担が大きく、幹事の人数配分を見直す必要があるのでは、との提案があった。

4 平成5年度第1回理事会

(平成5年6月4日(金) 於 札幌管区气象台)

出席者：久保田、菊地勝弘、澤田、遠藤、上野、山崎、菊池正武、上田、遊馬、若林、齊藤、酒井

(1) 支部長挨拶

(2) 新理事の補充

松田常任理事の後任として上野昇札幌管区気象台調査課長が承認された。

(3) 新幹事指名

支部長により幹事が2名指名された。

(4) 業務分担(理事・幹事)

昨年度の業務分担をそのまま引き継ぐ。そのなかで、細氷(理事)は上野常任理事が、庶務・会計は齊藤幹事・酒井幹事が担当する。

(5) 平成4年度事業について上田幹事長から、平成4年度決算について齊藤幹事から資料に基づいて報告があった。

(6) 平成5年度事業計画案及び予算案

平成5年度事業計画について上田幹事長から、予算案について齊藤幹事から、また夏季大学について若林幹事から説明があった。

気象講演会について、農業気象学会と共催という方法もある、秋の研究会が札幌で行われるので地方で開催した方がよい、との提案がなされた。

夏季大学について、流通気象、たつ巻など4題の講義をすることなどが確認された。

(7) 「細氷」発行について

遊馬幹事より、資料に基づき説明があった。

(8) 平成5年度予算案について

齊藤幹事より資料に基づいて説明があった。

(9) 総会及び研究発表会について

役割分担を決定した。

(10) その他

幹事を一人増やしては、との提案があった。

5 全国秋季大会第1回実行委員会 (「細氷」第38号148頁に報告済み)

6 全国秋季大会第2回実行委員会

(平成4年9月7日(月) 於 北海道大学理学部)

出席者：久保田、菊地勝弘、菊地正武、山崎、澤田、遠藤、松田、

播磨屋、工藤、村松、上田、若林、遊馬、兒玉、太田、
藤山、弟子丸、大嶋

(1) 準備状況報告

資料に基づき報告があった。

(2) 組織系統について

図により確認した。

(3) 大会行事スケジュールについて

資料に基づき報告があった。

(4) 大会実施要領について

実行委員会の構成、会場設定、運営作業、人員・機器配置
などについて説明があった。

(5) 予算案について

資料に基づき説明がされた。

(6) その他

7 全国秋季大会第3回実行委員会

(平成5年1月14日(木) 於 センチュリーロイヤルホテル)

出席者：久保田、菊地勝弘、菊地正武、山崎、澤田、遠藤、松田、
播磨屋、工藤、村松、上田、若林、遊馬、兒玉、太田、
藤山、弟子丸、大嶋

(1) 実行委員長挨拶

(2) 開催状況報告

資料に基づき報告があり、この中で受付や発表方法につい
て意見が出された。

(3) 会計報告

(4) 大会を振り返って

(5) その他

「細水」原稿について説明があった。

(6) 実行委員会解散

8 平成4年度第2回幹事会

(平成4年6月2日(金) 於 札幌管区气象台)

出席者：上田、遊馬、若林、藤山、弟子丸

秋季大会までの予定、第18回支部役員選挙、平成4年度第1回
理事会の準備についての打合せ。

9 平成4年度第3回幹事会

(平成4年8月6日(木) 於 札幌管区気象台)

出席者：上田、遊馬、若林、藤山、弟子丸、

全国大会準備状況、予算案についての打合せ。

10 平成4年度第4回幹事会

(平成4年9月2日(木) 於 札幌管区気象台)

出席者：上田、遊馬、若林、藤山、弟子丸

全国大会準備状況、第2回実行委員会資料についての打合せ。

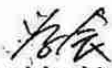
11 平成5年度第1回幹事会

(平成5年6月1日(火) 於 札幌管区気象台)

出席者：上田、遊馬、若林、齊藤、酒井、

平成5年度第1回理事会についての打合せ。

—支部役員—


 日本気象協会北海道支部役員名簿

平成5年6月11日現在

役職名	氏名	所屬
支部長理事	久保田 ^{イサオ} 効	札幌管区気象台
常任理事	菊地 勝弘	北海道大学理学部
常任理事	澤田 ^{ヨシヒロ} 可洋	札幌管区気象台技術部
常任理事	遠藤 辰雄	北海道大学低温科学研究所
常任理事	上野 昇	札幌管区気象台技術部
理事	山崎 道夫	日本気象協会北海道本部
理事	菊地 正武	函館海洋気象台
会計監査	兒玉 祐二	北海道大学低温科学研究所
幹事長	上田 博	北海道大学理学部
幹事	^{アスマ} 遊馬 芳雄	北海道大学理学部
幹事	若林 徳司	日本気象協会北海道本部
幹事	佐竹 正治	日本気象協会北海道本部
幹事	齊藤 昭文	札幌管区気象台技術部
幹事	酒井 喜敏	札幌管区気象台技術部

—交換機関紙—

- ・ 東北支部 気象講演会講演要旨 1993. 8. 7 盛岡
- ・ 関西支部 例会講演要旨集 第61号
(中小規模現象・局地気象) 1992.10.30 広島
- ・ 関西支部 年会講演予稿集 1993. 6.15 大阪
- ・ 九州支部 講演要旨集 第14号 1993. 1.29 福岡
- ・ 沖縄支部 沖縄管内気象研究会誌 第21号 平成 5. 2

- ・ 東北支部だより 第 16号 1993年 2月
第 17号 1993年 8月
- ・ 中部支部だより 第 39号 平成 5. 3.25
第 40号 平成 5. 7.20
- ・ 関西支部ニュース 第209号 1993. 5.18
第210号 1993. 7.20
- ・ 九州支部だより 第 72号 1993. 7
- ・ 沖縄支部だより 第 5号 1993. 2.17

一通信欄一

1. 事務局からのお願い

① 退会・転入・転出された方は、学会本部への連絡とともに、支部事務局へもお知らせください（用紙は最後のページにあります）。本部が作成した会員名簿と支部が作成したものが、異なる事がありますので、よろしく御連絡ください。

② 平成6年度の支部総会（平成6年6月の予定）に出席できない方は、最後のページの委任状に記名・捺印し、総会前日までに出席会員に渡されるか、直接支部事務局へお送り下さい。葉書に書くかコピーでも結構です。

③ 気象に関心をお持ちの方が身近にいらっしゃいましたら、学会への入会をお勧めしてください。入会申し込み書は支部事務局にあります。

年会費は、A会員が 6,900 円、 B会員が 12,600 円、
学生A会員が 4,200 円、学生B会員が 8,100 円です。

A会員には「天気」のみ、B会員には「天気」と「気象集誌」が配布されます。支部機関誌「細水」は両方の会員に配布いたします。

2. 編集後記

① 昨年は日本気象学会秋季大会が札幌で行われました。関係者の方々ご苦勞様でした。全国大会が札幌で行われたため、昨年度気象講演会、第2回支部研究発表会はおやすみでした。今年度、気象講演会は札幌で開催されますので、多数の方々の参加をお願い致します。

② 学会と会員のつながりが密になるような親しみやすい「細水」にしたいと思います。内容についてのご意見、アイデア等をどしどしお寄せ下さい。エッセイ、写真、イラスト等も大歓迎です。ふるって、お寄せ下さい。

本号のイラストは北海道大学理学部地球物理学科岩田総司さんの作品です。協力ありがとうございました。

③ 今号の編集作業中、写真を揃えたり、記事や資料を準備するに当たり、多くの方々に無理なお願いをして御協力を賜りました。ここに記して深謝申し上げます。

* この通信欄は、会員同士の情報の交換にもお使い頂けます。ご希望の方は原稿を支部事務局へお寄せ下さい（掲載無料）。

支部事務局：〒060 札幌市中央区北2条西18丁目
札幌管区気象台 調査課内
TEL 011-611-6121 内線 415

--- ユーザーの立場になって身になって ---

株式会社岩崎、ソフト開発エンジニアリング株式会社、岩崎メンテナンスサービス株式会社
販売から、機器設置、データ処理と一貫したシステムでお客様の御要望に御答え致します。

取扱商品

気象機器、テレメータシステム、各種処理装置

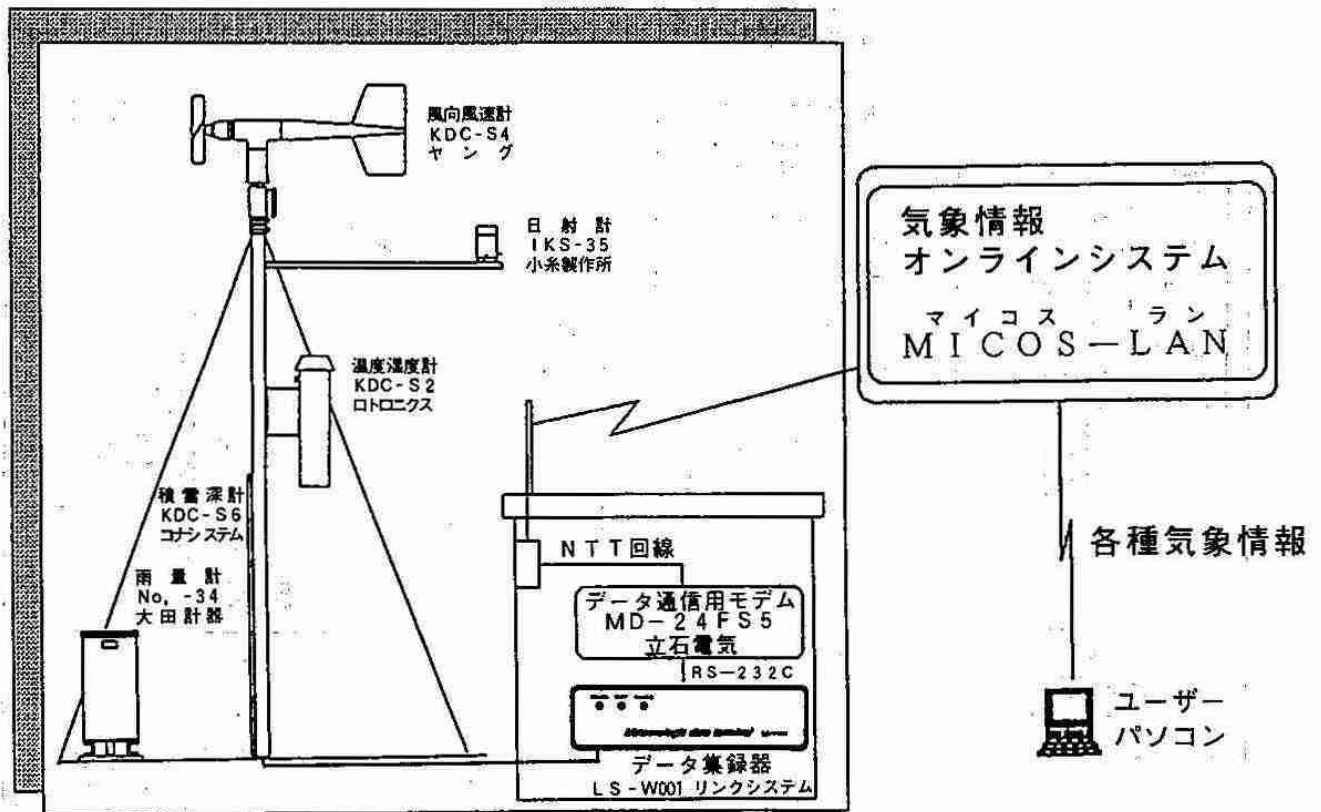
商 品 販 売 (株) 岩 崎 社員76人	機 器 設 置 及 び 保 守 点 検 岩崎メンテナンスサービス(株) 社員23人	デ ー タ 処 理 ソフト開発エンジニアリング(株) 社員12人
札幌 本社 札幌市東区北6条東2丁目 011-721-2531	札幌 本社 札幌市東区北6条東2丁目 011-721-2531	札幌 本社 札幌市東区北6条東2丁目 011-721-2531
東京出張所 東京都台東区東上野4-7-17 03-845-0481	札幌本社、旭川支店、 釧路出張所、網走営業所 常時在駐	
旭川支店 旭川市流通団地2条5丁目 0166-48-1125		データ処理及びソフト開発使用 設置機器
釧路出張所 釧路市双葉町17番19号 0154-23-7488	設置作業例	VAX 750 OKI V50/60 IF RX M60 M50 JRC 230 NEC PC9801 N5200-07 武藤工業 A0デジグラマー 東洋電気 A0プロッター オシロスコープ、アナログレコーダ ロジックアナライザ 周波数カウンター、各テスター
帯広出張所 帯広市西3条南1丁目 0155-23-6511	設置、保守納入実績	納入実績
函館出張所 函館市中島町31番19号 0138-55-0108	水位雨量観測施設保守業務	流量観測データ処理ソフト
北見出張所 北見市美芳町6丁目3番7号 0157-24-2831	総合気象観測施設設置保守 (農業、ダム、消防、公害、道路)	地殻変動データ処理ソフト
苫小牧出張所 苫小牧市矢代町1丁目2番地3号 0144-74-8171	ダム放流警報施設保守業務	土壌水分データ処理ソフト
網走営業所 網走市緑町1番8号 0152-43-3530	太陽電池設置業務	温度分布データ処理ソフト
室蘭営業所 室蘭市東町1番8号 0143-43-6228	テレメータ設置、保守	総合気象データ処理ソフト
稚内営業所 稚内市潮見3丁目 0162-32-2608		画像解析処理ソフト

気象データ伝送・集録システム マメダス

- ☐ マメダスは気象協会が長年にわたって蓄積した気象観測技術のノウハウを結集し、斬新でしかも安価を基本コンセプトとした気象データ伝送・集録システムです。
- ☐ マメダスは最近特に注目を浴びている農業気象・地域気象の観測を正確かつ簡単に行なうことができます。
- ☐ マメダスは総合気象観測ステーションとして風向・風速・気温・湿度・日射・日照・雨量・積雪深の各種データを集録し、電話回線（一般公衆回線）を利用してデータを遠隔地に伝送し集中管理・処理ができます。

- 特長**
- ✳ 入力変換ソフトが不要
 - 1ヶ月分のデータ集録
 - ↑ 操作方法が簡単
 - ⊗ 特別な変換器が不要

システム構成図



JWA (財) 日本気象協会北海道本部

〒064 札幌市中央区北4条西23丁目
 ☎ (代) 011-621-2456
 FAX 011-611-0372

○ 全天候型測定データ記録装置

KADEC-Uシリーズ ○

全天候型測定データ記録装置 KADEC-Uシリーズは、厳しい自然環境下（雨、雪、低温から高温）で使用可能なコンパクトでしかも高性能な測定データ記録装置です。

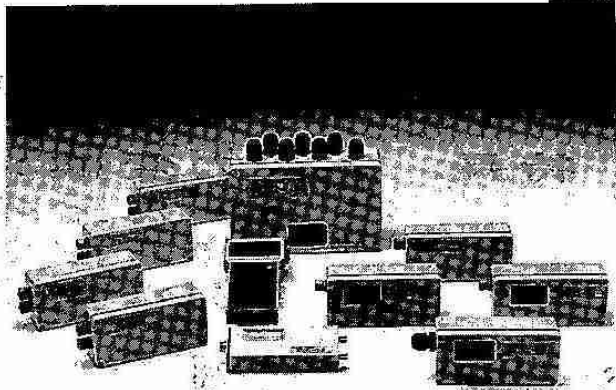
KADEC-U has no Limits in Operation in the Field under Various Weather Conditions from the Antarctic to Tropical Areas.

南極から砂漠まで KADEC-U はフィールドを選ばない!!

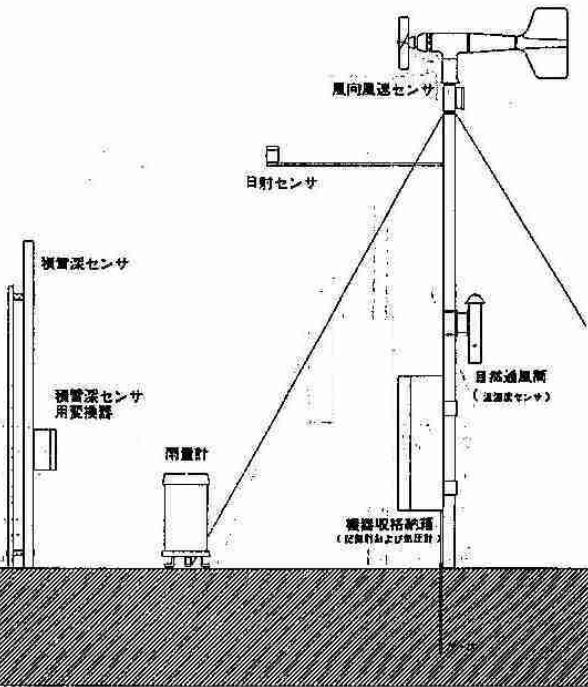
自南極至砂漠地帯 KADEC-U 装置 不必 選擇 場地 工作 !!

南極부터 砂漠까지 KADEC-U는 장소를 선택하지 않음 !!

- 設置条件を選ばずしかも長期無人測定を実現。
- 極めて低温に強く消費電力の少ないコンパクト設計。
- 変換器を通さずに各種センサーをダイレクト入力。
- 記録計の電池だけで7カ月間以上連続測定。(10分間隔測定)
- 低温から高温全域で仕様精度保証。(−25℃から+80℃の範囲)
- 記録した測定データは、パソコンで簡単に日報月報処理。



測定項目	使用センサー	使用記録計	装置番号
風向風速	KDC-S4	記録計組み込み	KADEC-KAZE
平均風速	KDC-S4	F/V変換器	KADEC-UP
温度	KDC-S3	センサ直接	KADEC-US
湿度	KDC-S1	センサ直接	KADEC-U2
露点温度	KDC-S2	KDC-P2	KADEC-U2, US
温度湿度	KDC-S2B	KDC-P2	KADEC-UN
日照	KDC-PCM01L	センサ直接	KADEC-UP
日照度	KDC-PCM01L	センサ直接	KADEC-UP
降雨強度	KDC-S13-34T	センサ直接	KADEC-PLS
積雪深	KDC-S6	センサとセット	KADEC-UP
気圧	KDC-	KDC-P2	KADEC-U2, US
土壌水分	KDC-S5	KDC-P2	KADEC-US, U2
水位	KDC-S10	記録計組み込み	KADEC-MIZU



上の図と表は、全天候型測定データ記録装置 KADEC-Uシリーズのおもな用途例です。

コーナシステム株式会社 KONA system Co., LTD

本社	〒004 札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目31番40号	TEL(011)897-8000	FAX(011)897-8001
開発部	〒004 札幌市厚別区厚別中央2条1丁目4-21 大吉ビル	TEL(011)894-6333	FAX(011)894-6335
札幌営業所	〒004 札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目31番40号	TEL(011)897-8000	FAX(011)897-8001
東京営業所	〒171 東京都豊島区池袋2丁目55-13 合田ビル	TEL(03)3983-8297	FAX(03)3983-8298

超音波だからできる3次元風速成分の測定と ハイレスポンスでの温度測定…。

他方式の風速計では困難であった

ハイレスポンスでの風のベクトル的測定と温度変動の測定を可能にした超音波風速温度計が
マイクロプロセッサ搭載により高機能化が図られて誕生しました。

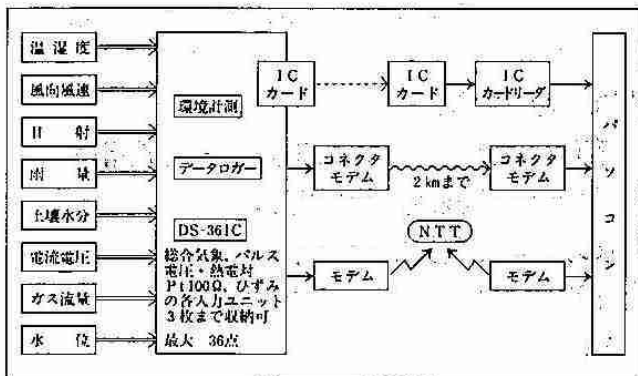
世界初の超音波風速温度計の実用機を開発して20余年、
国内はもとより世界各国に納入実績を誇る「KAIJO SONIC」のノウハウを
随所に取り入れた自信作です。

■DA-600シリーズ仕様

		超音波風速計	超音波温度計
測定方式	時分割送受切換型超音波パルス法		
演算方式	超音波伝搬時間逆数差演算方式 小型プローブ型：0～20m/s(5cmスパン) 小型プローブ型：0～30m/s(10cmスパン) 標準プローブ型：0～30m/s(20cmスパン) 強風プローブ型：0～60m/s(20cmスパン)		超音波伝搬時間逆数和演算方式
測定範囲			温度：-10℃～+40℃ 使用範囲外の場合はご相談下さい
演算精度	1%		1%(注1)
分解能	0.005m/s		0.025℃
測定繰返し 平均化時間	20回/秒 30秒～600秒(30秒きざみで設定可)		
出力 番号	アナログ (注2)	OUT-1 成分風速：0～±1V/0～±10m/s max±10V	温度：0～±1V/0～±50℃
		OUT-2 成分風速：0～±1V/FS 風速：0～1V/FS 風向：0～1V/FS フルスケール 成分風速：0～±1、±2、±5、±10、±15、±20、±30、 ±60m/s 風速：0～1、2、5、10、15、20、30、60m/s 風向：0～540°	温度：0～±1V/FS 変動温度：0～±1V/FS フルスケール 温度：0～±50℃ 変動温度：中心温度より±5℃、±10℃の切換方式 中心温度は手動設定
	デジタル RS-232C	ASCIIコード。符号付5桁	
LCD表示	成分風速、風速、風向		温度、変動温度
使用環境	本体：-10℃～+40℃ 0～80%RH プローブ、接続箱：-20℃～+50℃ 0～100%RH		
電源	AC 100/115/220V ±10% 50/60Hz		

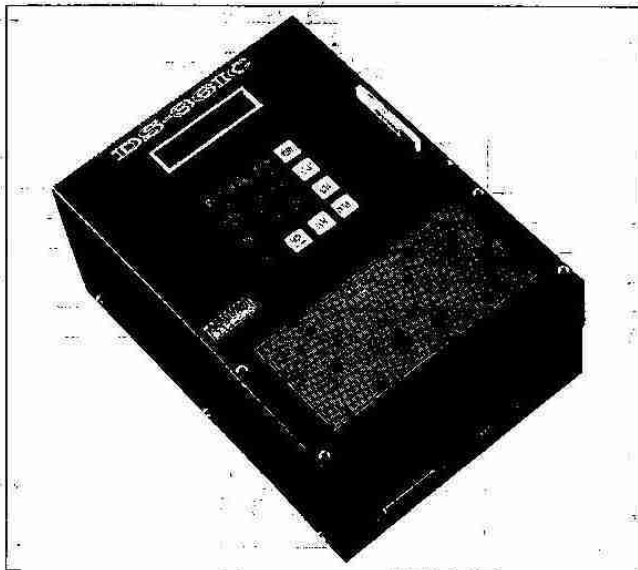
株式会社 カイジョー

3電源 ICメモリカード式データロガ DS-36IC



用途

- ・農地・森林等の気象観測
- ・住宅・ビルの住環境の計測
- ・冷凍・空調システムの計測
- ・ビニールハウス内環境計測
- ・生鮮食料品の輸送環境計測
- ・コンベアライン上の製品の品質管理
- ・電力・ガス等のエネルギー消費量の測定
- ・ロードヒーティングの温度・エネルギー計測



特長

- ・ICメモリカードの採用によりデータ回収が容易
- ・オンライン計測 (2 kmまで) モデム計測も可
- ・内蔵リチウム電池のみで1年間使用可
- ・電圧・熱電対(12点), Pt100Ω (8点), パルス (8点), ひずみ(6点), 総合気象(11点)の各入力ユニットを3枚まで混在・収納可
- ・積算機能・ヒートアップ機能有
- ・対話型データ集録処理ソフト(ロータス変換機能有)を用意しました

姉妹品

- ・1・2チャンネル電池式データメモリ DS-64K1・K2
- ・各社データロガ対応データロガ処理ソフト KNS-98
- ・同上用モデム対応処理ソフト KNS-98COM

●開発・販売元
 コンピュータの夢・未来を創造する
コーナール札幌株式会社

営業・技術部 〒003 札幌市白石区南郷通2丁目北1-29
 ☎(011)863-1911・FAX(011)864-1313
 東京出張所 〒113 東京都文京区本郷2丁目10-9
 ☎(03)3815-3801 富士ビル2F

計測・解析を クリエイトする技術者集団

最近の納入実績 (主なもの)

- ◎車載型衝突試験計測装置
 - 乗車している人間の安全性確保のために、車が衝突するときの一瞬の衝撃を高速に測定するシステムです。
- ◎超音速航空機用エンジン計測システム
 - 超音速用の次世代エンジンの風洞実験計測システムで、超音速時のエンジンの挙動を計測し、その研究開発に役立てられます。
- ◎鉄塔動態観測システム
 - 強風・地震における送電鉄塔の基礎動態を連続無人観測します。データはカートリッジ磁気テープで回収し、解析処理されます。



北海道電子機器株式会社

〒001 札幌市北区北28条西12丁目4-17

TEL.011(747)6555(代)

FAX.011(747)6388

東京事務所 TEL.FAX.0424(83)3677

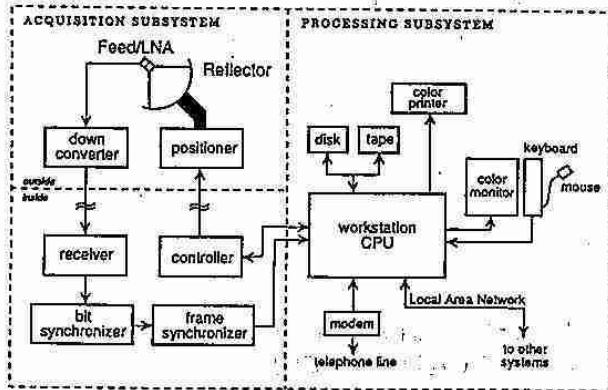
海洋気象衛星「ノア」HRPT (AVHRR) 直接受信システム

この度、米国シースペース社と販売協力提携をし同社製テラスキャンシステムの販売をすることになり、ご案内申し上げます。テラスキャンシステム (Tera Scan System) は、ノアHRPT画像 (分解能1.1km)、大気観測センサー (TOVS/HIRS・MSU・SSU) のデータを受信、解析処理するシステムであり、シースペース社の豊富な経験と実績を基に開発された製品で、コストパフォーマンスに優れたシステムであります。

このシステムは、米国スクリプス海洋研究所、南極マクマード基地を始め世界中の研究機関、大学等で稼働しております。弊社は、ノア (APT) 受信解析システム、ひまわり (WEFAX) 受信解析システム、衛星画像解析システム (ランドサット (TM/MSS, MOS-1, NOAA HRPT/APT, 他) の販売と合わせて、テラスキャンシステムの販売、保守を開始いたしました。なお、ひまわりS-VISSR受信システムの販売も近日中に行う予定でございます。

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| ノア HRPT (AVHRR) 受信システム (陸上用・船載用) | 気象用レーダ画像処理システム |
| ノア APT 受信システム (陸上用・船載用) | 漁場管理処理システム |
| ひまわり WEFAX 受信システム | 漁場管理レーダ画像伝送システム |
| ひまわり S-VISSR 受信システム (近日中発売) | 無線FAX伝送装置 (中短波・短波・VHF他) |
| 衛星画像解析ソフトウェア (ランドサット・ノア・MOS-1他) | パソコン通信ソフトウェア |
| マイクロデータロガー | その他関連製品 |

TERASCAN
HRPT ANTENNA SERVER
SYSTEM DIAGRAM



ME 日本船用エレクトロニクス株式会社

〒221 横浜市新神奈川区東神奈川2-41-1 (洋光ビル)
TEL (045)453-6911(代) TLX J3823778.OKEYJ J

営業所

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 札幌 〒060 札幌市中央区北3条東5丁目(岩佐ビル) | 電話(011)271-3841
FAX(011)271-3842 |
| 八戸 〒031 八戸市大字鯉町字日ノ出町12-8 | 電話(0178)33-4136 |
| 神戸 〒651 神戸市中央区磯辺通4-2-20(神戸ビル) | 電話(078)291-0561
FAX(078)291-0563 |
| 呉 〒737 呉市溝路町4-2 | 電話(0823)23-3976 |
| 高松 〒760 高松市西内町3-7(森ビル) | 電話(0878)21-7195
FAX(0878)21-7196 |
| 下関 〒750 下関市天和町1-16-4(鴻港ビル西館6号) | 電話(0832)66-5225
FAX(0832)66-5226 |
| 長崎 〒850 長崎市坂後町4-7(大久保ビル別館) | 電話(0958)26-7318 |

風の動きが見えてくる

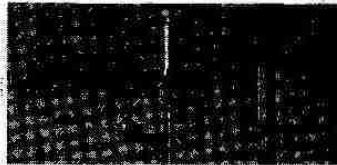


電子風向風速計 **IRDAM 3056** シリーズ
国際特許出願中

風速/風向/気温/気圧 4要素を同時計測
イルダム電子風向風速計は、円筒に内蔵された熱的センサーにより、風向・風速を検知し、かつ気温と気圧を一台で同時に計測できます。可動部が全くないうえに、雨・雪に対する対策も施されているため、条件の厳しい場所でも長期間安定したデータを得ることができます。

性能・仕様

- ▶ 測定機能 風速・風向・気温・気圧
- ▶ 動作環境 -40~60℃
- ▶ 寸法・質量 120(φ)×557(L)、2.9kg



測定範囲及び精度

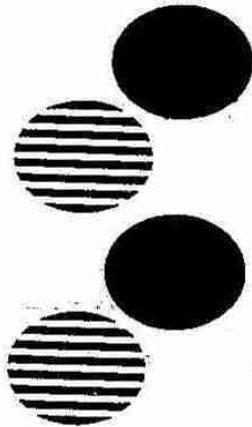
機能	測定範囲	精度
風速	0~50%	±0.5m/s±5% (実測値に対して)
風向	0~359deg	±2.5deg
気温	-40~60℃	+1℃ (風速4%の時)
気圧	600~1100mbr	±5mbr

▶ 補正機能 標準状態(1013.25mbr・15℃)として測定時の気圧・気温から風速値の補正を行います。

フジヤ矢野科学株式会社

札幌市東区北6条東2丁目札幌総合センター2号館
TEL代表(011)741-1511 FAX専用(011)753-0265

私たちにおまかせください

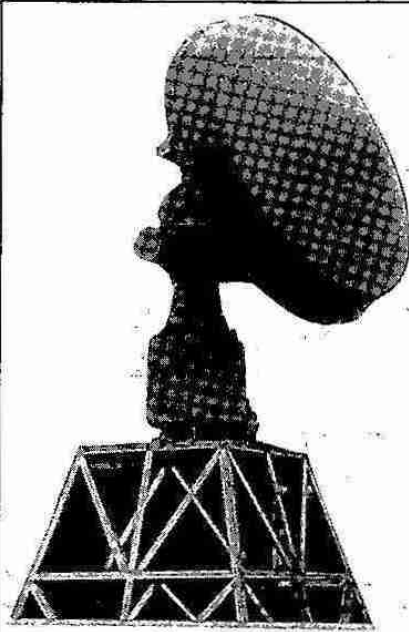


●高速印刷センターでは、市町村史、記念誌、論文、研究紀要、社史、自費出版など、本に関する、すべてのご相談にしております。お気軽にお電話下さい。

●ワードプロセッサおよびパソコンのコード変換についてのご相談も、専門の技術者がうけたまわっております。お気軽にお問合せ下さい。

協業組合 **高速印刷センター**

本社/札幌市手稲区曙2条5丁目2-48(手稲工業団地)
☎ 代表(011)683-2231・FAX:(011)682-0583



気象観測に貢献する

JRC 日本無線株式会社

営業品目

気象用レーダー	気象衛星受画装置
雨量・水位テレメーター	気象FAX
衛星通信システム	画像伝送システム

本社事務所

〒107 東京都港区赤坂2丁目17番22号赤坂ブイワ-本館 TEL (03)3584-8744

北海道支社

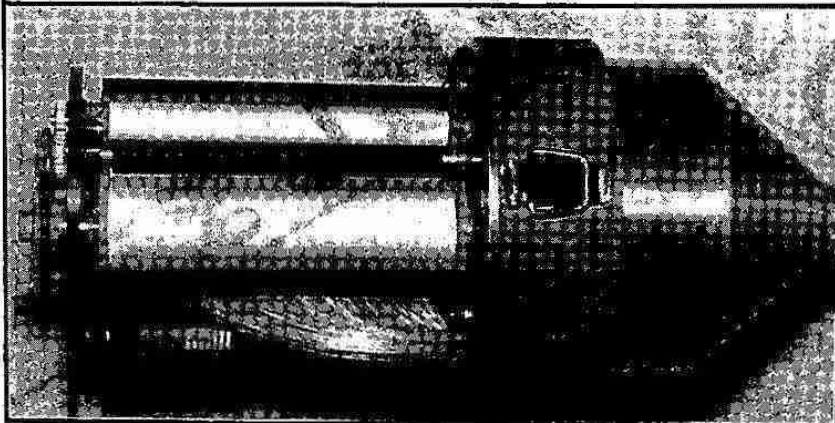
FAX(03)3584-8891

〒060 札幌市中央区北3条西7丁目北海道水産ビル

TEL (011)261-8321

FAX(011)261-3879

SNOW DEPTH RECORDER



長期積雪深記録計

SK-102型 SK-104型

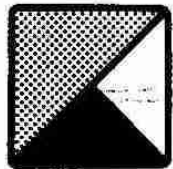
本装置は、無電源地域（例えば山岳地帯や他の任意の場所）における積雪深を長期間にわたって連続測定するために開発された記録装置です。積雪地域の水資源に関する基礎調査や環境調査、山地の気象調査などに際して、任意の場所における積雪深の記録を得ることができます。

総発売元 株式会社 **コンドウサイエンス**

〒064 札幌市中央区南16条西 5丁目

TEL 011 (521)6132. FAX 011 (511) 0304

北海道知事許可（石第2633）電気通信工事業・機械器具設置業



C&AV
KOEIDO

株式
会社

光映堂 教育産業部

■本社 札幌市中央区大通西4丁目6番地

☎(011)261-0101 FAX 231-1233

■教育産業部 中央区南1条西16丁目みつわビル

☎(011)643-1010 FAX 641-2247



建設業許可(電気通信)般一石2725
無線有線通信設備設計・施工
松下通信工業株式会社代行店

東邦通信株式会社

〒062 本社 札幌市豊平区平岸3条7丁目
電話 札幌 (011)811-9441(代表)
FAX (011)823-6006

本づくりの 応援します

- 研究紀要
- 要覧
- 市町村史
- PR誌
- 文集
- 単行本
- 新聞
- 自費出版
- 社史
- 名簿・会報



協業組

高速印刷センター

KOUSOKU PRINTING CENTER

札幌市手稲区曙2条5丁目2番48号・手稲工業団地

電話 011-683-2231代

支部研究発表会原稿作成要領

原稿の作成は、次の各項による。

(1) 原稿用紙

事務局指定のB4版、2,000字詰(40×50)原稿用紙2枚を使用する。この原稿用紙に書かれたものをそのまま写真でB5版の大きさに縮小して機関紙に印刷する。そのため執筆者が書いた文字・図表はそのままでの姿で印刷され、原稿用紙1枚が1頁となる。

この原稿用紙をB5版に縮小する割合は0.68で、したがって図表もこの比率で縮小されるので注意のこと。

(2) 原稿の記入

原稿の体裁を統一する必要から、最初の行の中央に表題(本文より大きい文字で書き、長い場合は2行にわたっても差し支えない)、1行あけて3行目の右側に氏名と(所属)を書く。連名者が多い場合は次の行にわたっても良い。

本文は章だてとし、本文が7行目あたりから始まるように記入する。

原稿は1編を原稿用紙2枚に書き、なるべく余白をださないよう留意すること。

文字・図表などはすべて黒インクで明確に記入する。(ボールペンは不可)

本文の文字はまず目一杯の大きさに記入する。和文タイプやワープロによる印字を希望します。タイプやワープロの場合はまず目や行にとらわれなくて良く、同じ大きさの白紙に打っても良い。提出された原稿は編集印刷の際、用語・文字などの訂正が難しいので、原稿作成にあたっては十分に注意する。読み難い原稿は書き直しをお願いすることもあります。

(3) 図 表

図表はその大きさや、図表中の文字・数字の大きさなどについて縮小の比率(0.68)を十分に考慮し、印刷されたものが見苦しくならないように作成する。

原稿用紙に直接図表を記入するか、図表をはりつける。グラフ用紙を使用する場合は、けい線が、本原稿用紙の青い線より濃いものは使用しない。

図表には表題と説明文も付加する。

(4) 提 出 先

原稿は必ず研究発表会当日会場へ持参し、支部事務局員へ提出する。

原稿に使った図や写真の返却を必要とする場合は、その旨お伝え下さい。

細 氷 №.39

平成5年9月16日 印刷

平成5年9月21日 発行

編 集 行 日本気象学会北海道支部

編集委員 上 野 昇

〒060 札幌市中央区北2条西18丁目

札幌管区气象台調査課内

Tel (011)611-6121内線415

印刷所 高速印刷センター

札幌市手稲区曙2条5丁目

Tel 683-2231