



巻頭言

会員の皆様には、ご健勝にて新年をお迎えることとお喜び申し上げます。旧年中は当法人の活動に格別のご理解ご協力をいただき、御礼申し上げます。

昨年は、新型コロナ禍の続く中、国際紛争やエネルギー危機、急速に進んだ円安、そして世界各地での自然災害の多発等々、厳しい1年でした。新型コロナ禍の中、当法人で実施している事業の一つである気象測器研究会は、Web会議での開催となりました。Web会議は、場所を選ばず会議を行え、会場への移動を省けるといったメリットがある反面、参加者相互の微妙な反応が伝わりにくい、意見が出にくい、会員様同士の直接交流が難しいなどの

理事 橋波 伸治



デメリットもあります。今年は新型コロナの感染状況を見ながらではありますが、対面とWeb会議の同時開催も検討し、デメリットを解消してまいります。

本研究会では会員の皆様からのご意見・ご要望を踏まえながら、産学官各方面のスペシャリストの皆さんに協力をお願いし、活気ある研究会の開催を目指してまいります。会員の皆様には、引続きご協力をお願い致します。

結びに当たり、会員の皆様のますますのご発展とご健勝を祈念申し上げ、新年の挨拶とさせていただきます。

目次

- ・巻頭言-----理事 橋波 伸治
- ・気象雑感-----京都分室 大藤 明克
- ・[連載]気象よもやま話(11)----相談役 渡邊 好弘
- ・[連載]風のはなし(2)-----理事長 林 泰一
- ・Mestトピックス記事
 明星電気(株)気象防災事業部----- 清水 健作
- ・Mest会員紹介
 NPO圃場診断システム推進機構----- 鳥谷 均
- ・気象観測事情
 ----(一財)気象業務支援センター 松原 廣司
- ・事務局からのお知らせ-----事務局長 竹中 信人
- ・編集後記-----京都分室 森田 務

気象雑感—近畿のスギ花粉飛散と気温—

スギ花粉の飛散が始まる季節となっている。スギ花粉は直径 $30\mu\text{m}$ 程度(髪の毛の半分くらい)の球状表面に1本の角を生やした形状をしている(写真-1参照)。花粉の飛散情報はこれから毎日メディアで取上げられる。

1990年初頭、予測手法が確立されていなかった頃、私は近畿地方のスギ花粉の飛散を気象要素から予測する担当になった。当時、気象と花粉との関係についての調査資料は少なく、暗中摸索の中での取組みだった。取組みの結果、1シーズンの花粉総飛散量は、前年の6~12月までの有効積算温度に比例することがわかった。前年の有効積算温度が高いと当年の飛散量は多く、低いと少なくなる。飛散開始、飛散ピーク、飛散終了については、1月の年最低気温が現れる日からの有効積算温度と関係が深いことがわかった。シーズン総飛散量の10%が飛散する時期は 100°C 程度(飛散開始の目安、1月末~2月中旬)、

京都分室 大藤 明克



50% (ピークの目安) の飛散時期は 300°C 程度(3月中旬頃)、90%の飛散時期は 400°C 程度(終了の目安、3月末~4月初旬)になることがわかった。

ここでご紹介した内容は 30年も前の話なので、近年は変化してきていると思う。この話、そのあたりにご注意願いたい。

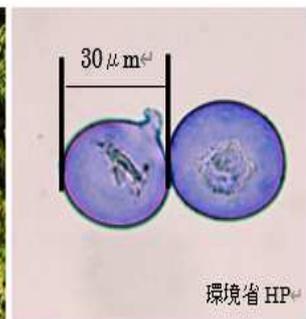


写真-1 スギの雄花(左)とスギ花粉(右)

【連載】気象よもやま話(11) — 気象観測の変遷 —

Mest 相談役 渡邊 好弘



戦後の復興も進み社会が落ち着きを取り戻しつつある中、それ迄停滞していた様々な気象観測技術の開発が始まった。1950年以降、民間気象事業者も起業したものの、多くはメディア関係の気象情報解説が主で、調査業務となれば観測データの統計処理が主であった。本格的な調査業務となれば、目的に合った気象観測が必要になるが、現実には観測機器を準備する経済力はなく、民間では労働力提供の範囲に留まっていた。戦後の復興も進み社会が安定する中、気象庁(1956年7月中央气象台が昇格)は戦後気象観測機器の本格的な開発試作を始め、気象庁・気象研究所や気象測器製作所がその任に当たった。当時の気象業務は気象業務法に準拠した業務処理を求められ、この法律が民間気象事業の業務を圧迫・制限する部分もあるが、高品質の観測値を得るには有効な方策の一つでもあった。また、電子技術や使用部品等の開発発展が進み、海外からも様々な情報や技術そして製品が輸入されるようになったものの、経済格差等で容易に入手出来なかったと想像される。当時、風速計、白金抵抗測温体はじめサーミスタや熱電対、そして日射計等が出現した。

気象研究所 佐貫 亦男(1908~1997)らは海外の情報等を睨みつつ風車型風向風速計(写真1)等の国産化を実現し、1952年頃から使用開始し、光進電気工業(株)が風車型風向風速計(1953)を販売し

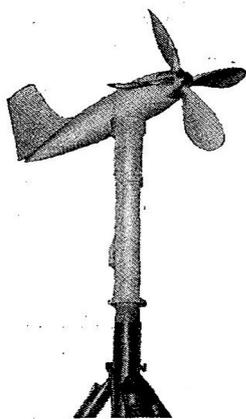


写真1 気象研究所の試作風車型風向風速計
(地上気象機械 佐貫亦男著より)

ている。風速センサに発電器、風向に交流同期モータ、そして専用記録器で構成し、隔測で瞬間値をリアルタイムで記録することが可能となり、それ迄の風程による平均値以外の観測値を得ることを実現した。この風

車型風向風速計は1970年頃に気象庁の制式測器となった。一方、他の観測要素はそれぞれの要素に沿ったセンサが開発され、その記録に自動平衡記録器が使用された。自動平衡記録器は、1898年にイギリスで機械式が、1940年代にアメリカで真空管を使用した電子式が誕生した。国内では1951年頃、横河電機(株)が真空管式を開発している。その他、多くのメーカーが手掛け、改良を重ね最後は半導体を使用した装置に代わったが、当初は殆どが工業プラントに使用され、気象界が採用する迄には多少のタイムラグがあったと言われている。この記録器はよく目にする打点とペン書きの2タイプがあって今日も使用されている。これで観測から記録まで一貫した観測システムが完成したが記録紙を読み取ることに変わりはない。

民間気象業者が観測を伴う本格的な調査業務を始めたのは1960年代末からで、農業や交通等、そして各種立地環境調査等多岐に渡った。顧みると1950~1960年代に気象観測システムの基礎が築かれていたと考えられる。さらに磁気テープ式データロガーの誕生でコンピュータを駆使して、より詳細な気象観測が可能となり、気象理論の解明や実証に貢献したと云えよう。

観測システムから容易に電気信号が得られるようになり、気象観測用デジタルカセットテープ式データロガー(写真2)等が1978年に誕生した。一般地上気象観測は正時前10分間を対象としており、サンプリングタイムが変則的な従来の気象データとの整合性を損なうことなくサンプリングタイムの設定を可能としている。その後、パソコンも普及し、観測からデータ処理迄のシステム化と通信環境との統合により、オンライン化の道へと進み、今日では普通に使用されている。



写真2 デジタル カセットデータロガー
(東洋電子工業(株)提供)

【連載】風のはなし(2) - 大気境界層と乱流 -

Mest 理事長 林 泰一

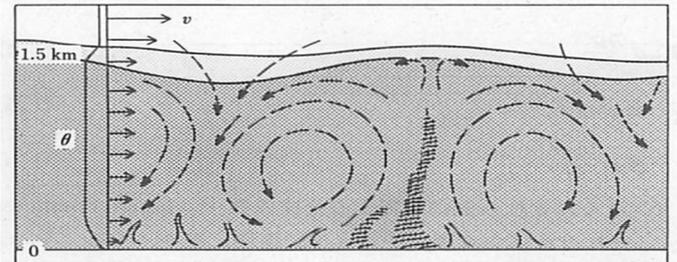


前回は、大気現象を時間と空間のスケールについて分類し、その関係を示した。今回からは、時空間的に最も小規模な「大気境界層の構造とその乱れ」について述べる。

「大気境界層」は、その名の通り、地球大気最下層、地球表面の地面や海面近くの大気層である。もともと、「境界層 (Boundary Layer)」という概念は、ドイツの物理学者のルードウィヒ・プラントルによって、流体力学の現象として発見された。静止物体の周りの流れは、物体表面で、空気と物体表面との摩擦(粘性)の影響でその速度が遅くなる。この摩擦の影響を受ける層を「境界層」と名付けた。大気の流れの場合、地球の地面や海面との間で摩擦が生じるため、物理実験のアナロジーとして考えられた。この「境界層」の高さは1 km程度であり、そのうち地面から高さ100m程度までは「接地層」と呼ばれる。その上の層は、地球の回転の影響(コリオリ力)を受けるので区別される。

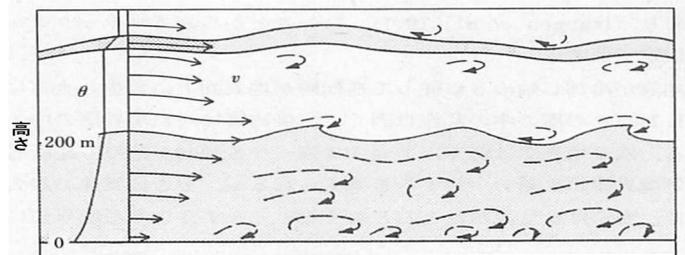
また、物理実験の場合は空気の成層は中立であるが、大気の場合は太陽による熱の放射を受け、大気成層状態は安定、不安定、中立になる。第1図に大気境界層の日変化を示す。昼間には、地表面と接する接地層では、地面から熱が供給されて温まり、発達する対流によって空気の混合が促進され、接地層の中の風速や気温が一様になる。第

2図に昼間の対流境界層の様子を示す。境界層の高さまで達するような活発な乱渦(Eddy)が存在し、層の中の空気の混合が進む。一方、夜になると地面が冷えて大気



第2図 昼間の対流境界層の中の大規模な混合の様子

から熱を奪うため、大気の成層は安定となり、大きな乱渦は消滅して空気の混合は抑制される。そのようすを第3図に示す。冬季の晴れた静穏な夜間には風速の変動は極めて小さく、第3図の高度

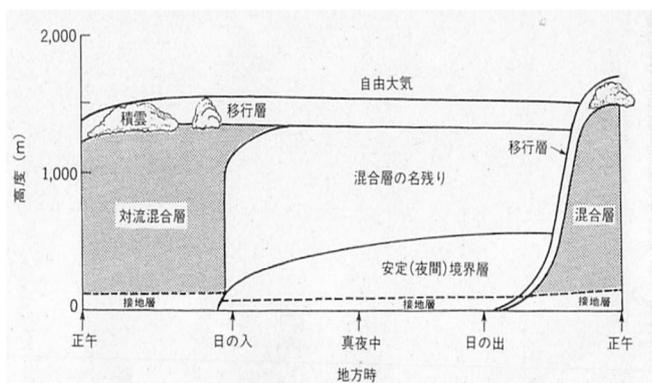


第3図 安定な境界層の中の乱れと波動(重力波)

200mに示される波動(重力波)を観測できる場合がある。この大気成層の安定度の変化は、境界層の中の湿度を変化させて、水の蒸発や凝結にも関係する。

この局所的で小規模な地面と大気の熱や水蒸気のやり取りを地球規模で合計したものが、台風や高低気圧、さらには大気大循環までの大気現象のエネルギーの源である。接地層の構造は複雑であり、地球表面におけるエネルギー収支の評価には、気象観測がどうしても欠かせない。接地層には陸上生物が存在し活動が営まれており、接地層の重要性が理解いただけると思う。

大気境界層の中の乱流の構造や物理量の輸送過程は次回紹介する。



第1図 大気境界層の日変化

Mest トピックス記事 明星電気株式会社

気象防災事業部 技術部 システム開発グループ 清水 健作



中谷宇吉郎が「雪は天から送られた手紙である」と言い、実験室で作られた人工の雪から雲微物理過程を明らかにしていったのは有名な話である。時は流れて1980年代後半、気象研究所や九州大学が中心となり、世界でも類を見ない観測装置「ビデオゾンデ」が開発された。カメラを搭載したゾンデで雲粒子や降水粒子を直接撮影する装置である。これらで得られるデータは、雲微物理の解明だけに留まらず、レーダーなどのリモートセンシング機器の検証や雲解像気象モデルの検証に使われ、日本の気象研究に役立てられてきた。

ところが、この「ビデオゾンデ」が画像伝送に使用する1680 MHz帯気象援助局は世界的に廃局の流れにあり、他の通信事業等への利用が検討されている。この観測装置を今後も残していくには、使用する周波数の移行が必須な状況であった。このような背景から明星電気では総務省「戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)」の支援を受け、「雲/降水粒子撮像装置ビデオゾンデの1680 MHz帯実験局から400 MHz帯気象援助局への移行技術の研究開発(JP195003007)」を3年にわたって実施した。

1年目は通信手法の検討と実証が主となり、2年目に観測装置を開発した。この研究開発には山口大学と北海道大学が研究分担者として参加しており、技術的な制約と研究者から見た要求のすり合わせが効率的に実施された。開発された新しい周波数である400MHz帯気象援助局を利用した雲粒子撮像ゾンデと降水粒子撮像ゾンデはそれぞれ「Cloudscope」と「Rainscope」と名付けられた(写真1)。従来の1680 MHz帯に比べて、画質や通信距離が向上すると共に、分担研究者らの強い要望により、これまで金属や樹脂を使用して

いた構造部品の多くを耐水段ボールや木材などに変更した。

3年目は台風の沖縄、雪の新潟・北海道、中緯度の茨城など国内数カ所での様々な気象条件下における検証を行った。この検証では、研究グループ外の研究者にも協力して頂き、例えば気象研究所とは彼らのレーダーとの同期観測を実施した。最終的に無事に検証作業は完了し、“周波数の移行”と“天からの手紙”を届ける観測装置の継続を実現することができた。

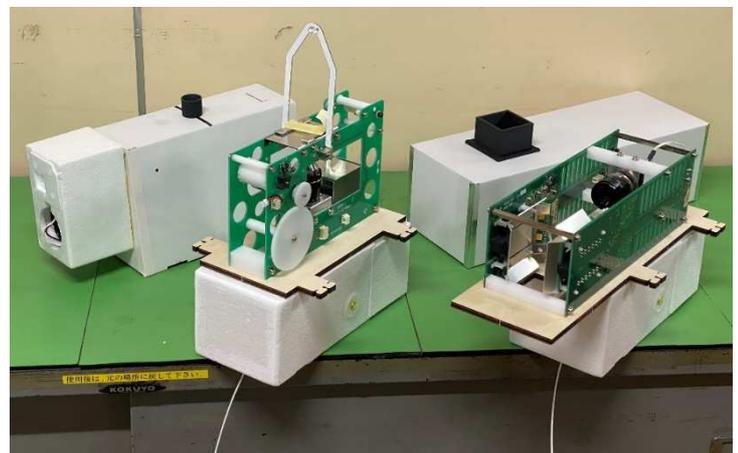


図 1 : Cloudscope (左) と Rainscope (右)

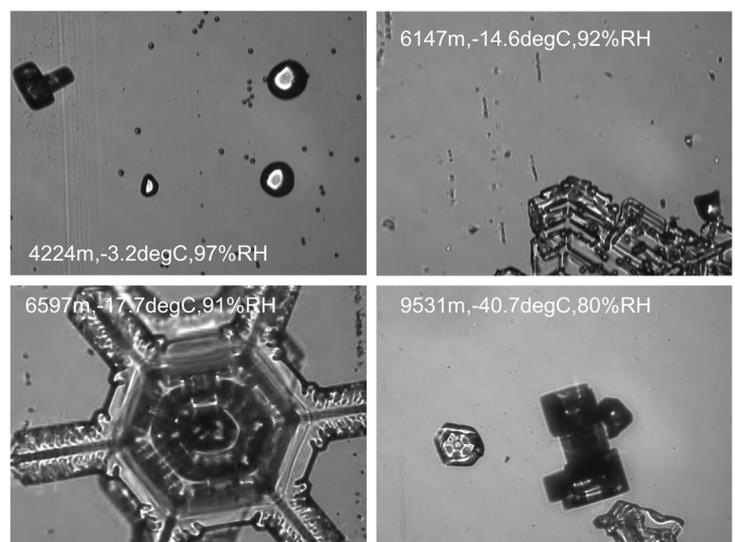


図 2 Cloudscope で撮影された雲粒子画像
画角は 1.2 mm (W) X 0.9 mm (H)

Mest 会員紹介 No.22 特定非営利活動法人 圃場診断システム推進機構
鳥谷 均

■ 農業と気象情報のギャップ

私は、農研機構を2022年3月に定年退職、現在はNPO「圃場診断システム推進機構」に所属し、作物の栽培現場での気象情報の利用とその普及に関するお手伝いをしています。

私もそうですが、みなさんも農業現場での気象情報の利用とその普及には苦労されているのではないのでしょうか。2020年農林業センサスによると、「データを活用した農業を行っている」農家は全体の17.0%だそうです。この「データを活用した農業を行っている」というのは、「天気予報をスケジュール管理に利用する」程度のもので、たとえば、気象情報に基づいた生育診断を行なって減収のリスクを回避するなど「データを取得・分析して活用」する農家は1.1%、日本全国で約1万経営体と驚くほど少ないのです。毎年、何らかの形で異常気象による市場価格の変動に悩まながらも作物栽培を行っている現場で、気象情報が利用されないのはなぜか。そこには、気象現象を説明する気象情報を配布する私たちと、気象情報を利用して作物栽培を行う農家との間に大きなギャップがあるのではないかと感じています。

■ 農家一軒一軒の気象情報

農研機構では、気候・気象とイネの生育に関する研究を行ってきました。ここでは、気象情報を用いた気象現象の説明ではなく、気象情報を用いた作物栽培の説明が求められました。そこでは、栽培情報を数値化して、気象情報と1対1に対応させることが必要となります。この1対1の対応はKöppenの気候区分とよく似ているところがあります。

気候学者からは気候現象を十二分に説明していないと批判されるKöppenの気候区分ですが、高校の地理の教科書では、必ず、各国の地誌の単元で登場することは、みなさんもお承知かと思います。その理由は、Köppenの気候区分が気候と作物栽培との関係をわかりやすく説明しているからです。それは、Köppenの気候区分の生い立ち（Köppen, 1900）がde Candolle（1874）の植物の類

型化を説明するために作られたことに由来しています。このKöppenの気候区分は気候現象を説明するために作られたものではないのです。ですから、作物栽培の現場で気象情報を利用するためには、気象情報と1対1に対応させる栽培情報が必要であること、そして、気象情報を用いて、気象現象を説明するのではなく、作物栽培を説明するのだということを念頭におかなければなりません。そのため、配布する気象情報は、栽培情報と1対1に対応することによって明らかになった関係性を用いて、作物栽培を説明する情報にまで加工する必要があります。さらに、農業は「業」です。作物栽培を説明する情報は、その先にある農家、一軒一軒の経営によって異なります。研究者は現象を一般化して説明しようとしませんが、現場では、経営規模や環境条件など個々の条件により、特殊化そして個別化した説明が求められます。この特殊化・個別化には、農家とのディスカッションを行うことで、農家が求める情報の先にあるもの（農家も気づいていないことが多い）までも明らかにしながら、一般論を基に個々の条件を考慮することが必要になります。それゆえ、気象情報を利用するためのマニュアルは農家一軒ごとに作成されることが、気象情報を利用する上で理想の姿となります。そして、気象情報を一軒一軒の農家の経営に位置付けせるのです。

このように、作物栽培の現場で気象情報の利用と普及に横たわるギャップをすこしでも埋めたいと思い、このNPO活動を通して試行錯誤を繰り返しているのが、現在の私の姿です。

気象情報の利用と普及において、いや、研究成果の普及において、

「みんなが使えるものは誰も使わない。
一人が使うものはみんなが使う。」

が、私の座右の銘となっています。

気象観測事情

一般財団法人 気象業務支援センター
国際事業部 専任主任技師 松原 廣司



■ 富士山測候所での勤務

初めから私事で恐縮ですが、写真は富士山測候所にあった地上気象観測装置で通称テレメータと呼ばれていました。私の現場での最初の仕事は1971年からです。富士山レーダーは1964年に設置されましたが、このテレメータはレーダーと一緒に設置され、今まで行われた交替制勤務から保守要員一人の観測に移行しました。私の山頂での仕事は、このテレメータ装置の保守と気象観測でした。



写真1. 富士山測候所に設置された気象テレメータ装置 (本田耕平氏提供)

■ AWS への入り口

テレメータ装置は富士山頂の気象データをアナログ記録するとともに、電文を作成しタイプアウトします。目視観測データは10に区分したデータをマニュアルで付加し、気象庁本庁ビルまでマイクロウェーブで送っていました。筐体内部にはプリント基板が実装され、個々のボードにはダイオードやトランジスタを使用した論理回路が組み込まれていました。一つ一つのボードにフリップフロップやゲート回路が1から数個組み込まれ、非常にわかりやすい回路構成でした。テレメータ装置は6つのラックに収納されていて、今の時代からは想像もできない大きさでした。

この装置、当時としては先進的な装置だったので、室内の温度が上昇すると誤動作していました。センサーの風向風速計は着氷対策のためヒーターを内蔵していましたが、天候が悪化しヒーターが断線すると、最悪の場合風向風速記録がストップするため悪天の中交換作業を行いました。なお、この技術は、気象庁が行ってきた水銀気圧計、ガラス製温度計などの従来型測器で行われてきた地上気象観測の観測装置の隔測化（遠隔化）、デジタル化の流れに沿ったものでした。



写真2. 冬季の富士山測候所への登山と風速計の保守

■ 海外気象観測業務支援

ところで、私の海外での仕事は、気象測器の校正、保守、点検など気象観測技術の向上する活動を支援してきました。65歳前後から参加したので訪れた国は5か国と多くありませんが、今回はこれらで経験したことに触れたいと思います。

事務局からのお知らせ

1月13日 理事会の開催

2月15日 気象測器研究会の開催（オンライン会議、14:00～）

編集後記

今年は卯年です。ウサギは穏やかで温厚な性質を持つため、家内安全を意味するそうです。しかし、自然はウサギのように穏やかでもないようです。前回の卯年は2011年で、ご存知のように3月11日に東日本大震災が発生した年です。東日本大震災以後にも、多数の気象災害が発生しています。温暖化による気候変動で、大きな気象災害が発生しやすくなっていると言われます。今年は、ウサギのように穏やかな年であればと思います。本年もよろしくお祈りします。

(森田 務)