

## 巻頭言

今年も元日早々に北陸能登地方を大地震と大津波が襲うという災害が発生しました。犠牲者を悼み、被災された方々への最大限の支援と一日も早い復興を心からお祈りします。今回のような自然災害に対して、当会が果たせる役割を改めて考えたいと思います。

新型コロナ禍を経て、ようやく以前の生活が戻ってきた今日この頃ですが、この間に私たちの活動が内向きになり、気が付いてみれば日本は多くの分野で立ち遅れてしまったように思われます。

ポストコロナの回復と発展に向けて、国際経験豊かなリーダーや新しい発想と技術を持

## 副理事長 伊藤 芳樹



つ若手人材の台頭が望まれます。当会も豊富な経験やノウハウを持つ方々に支えられながら、新たな世代の挑戦とリーダーシップを支援していきたいと思えます。

気象測器研究会では気象観測に関わる様々な取り組みを知ることができました。今後はこれらの知見を生かして、気象関連分野の困難な課題をひとつひとつ解決するお手伝いができればと考えています。会員の皆様のご協力をお願いしますとともに、皆様の活動をサポートして参ります。

本年もよろしくお願い申し上げます。

## 目 次

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| ・巻頭言-----副理事長 伊藤 芳樹            | ・世界相互認証(MRA)と ISO/IEC に基づく「不確かの情報」----- (株)第一科学 執行役員 武田 秀樹 |
| ・第47回測器研究会の報告-----京都分室 大藤 明克   | ・[海外だより] -----京都分室 森田 務                                    |
| ・[連載]気象よもやま話(15)----前相談役 渡邊 好弘 | ・事務局からのお知らせ-----事務局長 竹中 信人                                 |
| ・[連載]風のはなし(6)-----理事長 林 泰一     | ・編集後記 -----京都分室 森田 務                                       |
| [トピックス]                        |  |
| ・気象学最前線 -----理事長 林 泰一          |  |

## 第47回気象測器研究会の報告

京都分室 大藤 明克

第47回気象測器研究会は、MeST 会員の(株)第一科学様の会議室をお借りし、対面方式とオンライン方式 (Zoom 利用)を併用して開催した。40名の参加者があった。今回の企画はMeST 鳥谷理事が担当され、「農業現場における気象測器と気象データの利用」と題し、農業や農業情報に従事しておられる方々から講演をして頂いた。

鳥谷理事から、講演者の紹介及び農業現場における気象観測とデータ利用についての現状説明をして頂いた後、講演に入った。

まず、株式会社廣幡農園 廣幡泰治氏から「気象データを利用した栽培管理」と題し、霜害の予測精度向上の取組みの一例として、生産現場への観測機器導入とデータの有効活用方法について紹介して頂いた。気象庁の霜注意報の範囲は広域過ぎ、局所的に精度のもっとよい降霜予報を行っていききたい旨の説明があった。

次に、合同会社ノーエン 齋藤典之氏から、

「気象データを農家の皆様へ」と題して、農業専門情報[農業×気象]の支援について紹介があった。農業現場での気象情報の利用が十分にされていないこと、個別農家の生育情報が蓄積されていないことなどから、もっと情報を有効に使っていききたい旨、説明して頂いた。今後、気候変動などの観点から半年～1年先の予測が重要となり、これらの取組みを行い農業で利益があがる仕組みを作りたいとの説明があった。

最後に、鳥谷理事から「農業現場での気象測器と気象データの利用」を気象測器研究会で考える意義について、作物の霜害を例に、『事件は大気中で起きているのではなく、作物の中で起きている』ことを認識することが重要であるとの説明があった。サプライチェーンを含めた生産を意識して、気象データを生産計画や生産管理などに有効に使うことにより、農業は気象測器・気象情報業界にとって大規模な顧客に変容する旨の説明があった。

## 【連載】気象よもやま話(15) — 民間の気象調査黎明期 —

前相談役 渡邊 好弘



1975年以前の移動観測は、プラットホームに車、小型漁船そして航空機を使用し、定点観測とは違った特別の観測がある。その事例の概要を紹介する。地上では窪地に建設される高速道路で冷氣湖が発生するため実態調査が行われた。斜面全体に複数台のバイメタル式自記温度計を配置し、観測時刻と観測精度チェックのために準器となる温度計を持って車で移動しつつ温度の比較観測を行い、記録紙にタイムチェックを入れた。観測終了後、データ収集を行って目的に沿った解析をした。移動観測とは言い難い方法であるが、当時は広範囲観測としての有効な方法であった。

海洋観測は海洋汚染が激しい時期、限定された海域の採水や海水温、濁度、塩分他汚染物質の測定や潮流観測等があった。観測自体は多少の訓練で可能となるが、目標物のない洋上標定が課題になり、沿岸の地形や構造物と観測船の位置関係や正確な時計、そして六分儀(写真1)等で標定した。しかし、点観測の集合体が面観測を代用する時代で、観測中に海況が変化するため、観測方法が工夫されていた。



写真1 六分儀  
Wikipediaより

並行して大気調査に航空機を使用したのもこの頃で経済的負担は大きかった。そもそも、移動観測用の観測機器は乏しい時代であり、地上観測用の観測機器を搭載する時代であった。最初は、大気汚染の実態調査で、汚染の激しい上空で、汚染物質を計測することであった。当時はサンプリングバックもなく、地上で使用していた測定器に、機体外部の空気を吸収液に導く湿式測定器で大気汚染物質の濃度測定や大気中浮遊物質をカスケードインパクター等で観測した。当時使用した航空機は飛行速度の遅い固定翼機(写真2)で、飛行速度が速いと指定コース上で検体が規定量収集出来ずコースを逸脱してしまうため航空機(プ

ラットホーム)の選択もそれなりに苦慮した。これは後に双発機に席を譲り、近年ではドローンが活躍している。観測飛行する時に、操縦士曰く「コース上の正確な飛行は難しい」と言われ、飛行前によく議論をした。機体に取り付けた長尺フィルム(35mm 250カット)用カメラで一定間隔に撮影して標定したが、機体は常に動揺しており操縦士の技量に依存することになり、結果的に技量のある操縦士を指名するに至った。

搭載する観測機器も時代と共に性能が向上したが、場所の標定は最後まで課題となった。更に、搭載機器の電子化に伴い機体が発する電子的ノイズ、特に無線交信は測定を不能にした。管制塔のコールも測定中は応答せずに測定終了後の交信で、応答が遅いと叱られたこともあった。その後は飛行プラン提出時に飛行目的を説明して管制塔の理解を得たが、振り返れば懐かしい良き時代でもあった。また、当時の回転翼機はレシプロエンジンが主で、試験観測でエンジンのプラグが発するスパークノイズが観測記録にノイズとして混入し、測定値を読み取ることが出来なかった。そこで数少ないジェットエンジンの機体(写真3)を使用した。限定された条件下で移動観測を何とか実行し、この時期に多くを学び、これが移動観測の黎明期といえよう。後に、双発機の先端に超音波風速計を搭載し、プラットホームの動揺と位置標定にINS※(慣性航法装置)等を使用するまでになったが、今やこの移動観測等も要望が少なくなり事例は少ない。



写真2 ピラタスポータ  
国内5機あったが現在登録抹消



写真3 アルエットII型  
国内6機存在も現在登録抹消

※INS: Inertial Navigation System



## 【連載】風のはなし(6) - カルマン渦 (Karman Vortex) -

理事長 林 泰一

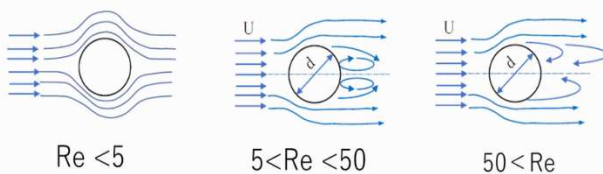


これまで、大気の流れとして「風」をとらえて、地球の地面近くを吹く風の性質について述べた。今回は、この流れ（風）の中に物体が置かれたときの流れの挙動について述べる。

簡単な例として、速度  $U$  の流れの中に円柱（直径  $d$ ）があるとき、円柱の後ろには、渦が発生するが、その形状は流れのレイノルズ数  $Re=U \cdot d/\nu$ （風のはなし連載第 3 回を参照のこと）によって異なる（第 1 図）。なお、 $\nu$  は動粘性係数である。

- ①  $Re < 5$  : 粘性が支配的で、流れはポテンシャル流れとよばれ、円柱前後でほぼ対称の渦の無い流れとなる。
- ②  $5 < Re < 50$  : 円柱背面で剥離が起き、逆流により回転方向の異なる一対の渦（双子渦）が上下に形成される。
- ③  $50 < Re$  : 双子渦のような対称性が失われ、渦が上下で交互に放出されて、後流に千鳥格子の渦列が形成される。

発見者の Theodore von Karman にちなんで「カルマン渦」と呼ばれる。



第 1 図 円柱の後流の渦の挙動

この円柱の後流での渦は、水をはった容器の中で箸などの円柱を動かすことによって、簡単に可視化できる。円柱を動かす速度を調節すると、①~③の渦の変化を見ることができる。また、川に架かる橋の橋桁の後ろの川面を見ると③のカルマン渦が発生していることがわかる。

冬の風が強い日に、電線がヒューヒューという音を発するのは、カルマン渦の発生による。渦の周波数を  $f$  [Hz] とすれば、 $f$  と  $U, d$  の間には  $St=f \cdot d/U$  の関係がある。 $St$  はストローハル数とよばれる無次元数である。カルマン渦の周波数  $f$  が物体の固有振動数と一致すると、共振により物体に重大な損傷が発生する場合が

ある。1940 年、米国シアトルのタコマ橋が完成間もない 4 か月後に、風速 19m/s の風で橋が激しい振動により崩落した。橋桁の構造から橋桁の端で空気の剥離によるカルマン渦が発生し、その周波数が橋のねじれ固有振動数と一致し激しい共振現象を起こして崩落した。

カルマン渦は、大気の中でも見られる。北西の季節風が吹くときには、日本海上で水蒸気の供給を受けて、雲が発生する。東シナ海を季節風が吹き渡る時、韓国済州島の南側に発生した雲によって、見事なカルマン渦が可視化されることが気象衛星の画像からわかる（第 2 図）。

このように、室内の容器の流れから大気中の大



第 2 図 2020 年 11 月 9 日に済州島の南で発生したカルマン渦（気象庁 HP）

規模な流れまで、同じ物理法則に従ってカルマン渦が発生することを見いだした Karman の慧眼は驚くべきことである。

このカルマン渦の発見者の Theodore von Karman は、ハンガリーのブダペスト出身のユダヤ人で、ドイツのゲッチンゲン大学のカイザー・ウィルヘルム研究所（現在のマックスプランク研究所）内に流体力学研究所を創立した流体力学の泰斗の Ludwig Prandtl に師事した。20 世紀における最大の航空工学者の一人であり、後に「航空工学の父」として賞賛された。

## 気象学最前線 — 日本気象学会に参加して —

理事長 林 泰一



2023年10月23日から26日にかけて、宮城県仙台市の仙台国際センターで開催された日本気象学会2023年度秋季大会に出席した。今回参加した気象学会の概要を報告する。

コロナ感染症の対策のため春季学会はオンラインのみの開催であったが、秋季大会は先年度の札幌市の北海道大学に引き続いて、対面で開催された。口頭発表は4会場に分かれて378件の発表があり、ポスター発表は122件であった。

口頭発表では、課題「気候システム」関係が49件で最も発表数が多かった。これは「気候変動」に対する関心の高さを示している。次ぎに発表数が多かったのは課題「降水システム」である。国内で豪雨や洪水災害が多発していることや、その原因の「線状降水帯」の発表に興味が集まったと思われる。

われわれの Mest に関係すると思われるセッションとしては、①「観測手法」発表数26件、②「大気境界層・環境気象」21件があった。①の多くの発表が、「ドプラーレーダー」、「Xrain」などのレーダー観測や「GSMaP」の検証など降雨の観測の研究発表であった。

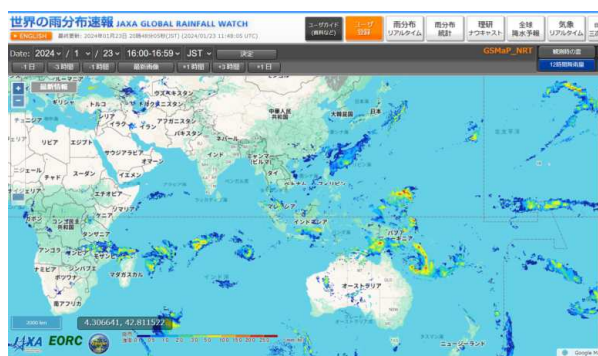


図 世界の雨分布速報 (GSMaP 成果の例)  
2024.1.23 16h の世界の雨量分布 (JAXA HP)

②では、地表や海面の風や気温の観測から、霧や蜃気楼の発生過程など地域の気象環境に関する発表があった。さらに、海陸風の風観測データを用いた風力発電に関連する発表があった。

一般課題のセッションの発表に加えて、あるテーマについて発表を募集して議論する専門分

科会があり、今回設定された9つの分科会のうち、「Mest」に関連すると思われるものは、③「局地風研究の現状と将来」17件、④「気象衛星ひまわり10号の利用可能性」11件、⑤「気象・気候データの産業利用」21件である。

③では、愛媛県の「肱川あらし」、滋賀県の「比良おろし」、富山県の「神通おろし」、山形県の「清川だし」、秋田県の「生保内だし」など、日本の局地風についての研究成果が発表された。一方で、この局地風を風力発電に利用することを目的として、その風力ポテンシャル量の評価も発表された。世界的な話題である「脱炭素世界の構築」や「SDGs」を意識した研究だと思われる。

④では次期気象衛星の「ひまわり10号」について、「ひまわり10号の概要」、「全球予報に対するひまわり10号データのインパクト」の発表があった。特に線状降水帯などの詳細な観測を目的とした「赤外サウンダ」などの観測概要が示された。

⑤では、「気象データの利活用促進に向けた気象庁の取組」に加え、気象データ利用の海外の事例、産官学連携の重要性、気象データユーザーの抱える課題など気象データの発信側と受信側双方の発表があった。この両者の議論は重要である。また、気象庁以外で、洪水データの発信者からも利用可能性について議論があった。さらに、気象データ解析についての専門家養成に対して、「気象データアナリスト養成の育成講座」の取組についても報告があった。

一般課題、専門分科会のいずれのセッションでも、AI や機械学習を利用した研究成果が発表された。現時点では、この手法は、まだ十分な成果には達していないようであるが、今後うまく条件を与えるなど利用方法が改良されれば、大気現象の解析に有効な手段になりうるであろう。



## トピックス

## 「世界相互承認 (MRA) と ISO/IEC に基づく「不確かさ」の情報」(その3)

株式会社第一科学

執行役員 武田 秀樹



今回は「不確かさ」に関する情報を紹介したいと思います。

## ■ 不確かさ

不確かさは統計学と言っていい内容ですので、解説と言うよりは大まかな考え方を書いていきたいと思います。職人さんのことわざに「3回計って、1回切れ」というものがあるそうです。1度しか測定しないというのはミスに気付かず合っているかどうか分かりません。2回測定しても合わない場合はどちらが正しいか分かりません。しかし、3回計れば方向性が出てくる可能性が高いのです。

一般的に不確かさを記載した書類を発行する校正機関では測定を複数回行う事が多く、その為 JCSS (Japan Calibration Service System、nite(独立行政法人製品評価技術基盤機構)のHP等を参照)に従った校正証明書などの校正費用が一般と比較すると高い例が多いと言えるのです。



図 はさみを持つ男

## ■ 誤差と不確かさ

次に誤差と不確かさの違いを言葉で書いてみます。誤差は測定対象に対し、測定された値と「真の値」との差を言います。不確かさでは測定結果の疑わしさを数値で表したものをいいます。この「真の値」との差を出来るだけ正確な値に近づけるには測定回数を増やし平均値を求める事が有効になります。しかしながら測定回数を増やすには物理的・時間的にも労力が必要になり、そこから還ってくる利益は少なくなってしまう。

不確かさを求める場合はバラツキを知ることが重要になります。そのバラツキの程度を数値化するのが標準偏差で、下記の式によって求められます。バラツキがどのくらい大きいかを知ることにより、その測定の質と測定の集合の質を把握出来ることになるのです。

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\text{ただし、} \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

この式は不確かさを解説する入門書等でも頻繁に用いられる式になります。一般に推定標準偏差と言い記号にはSを使います。nは測定回数、 $x_i$ はi番目の測定値の結果が用いられます。

今回の情報では重要な2つの考え方を紹介いたしました。次回は不確かさ計算表に関して述べ、気象測器を通して少しでも具体的に解説を書きたいと思っています。

海外だより

インド雑感(2)～広い、多い～

京都分室 森田 務



## ■ インドは広い

地図を見ると、インドの国土が広いことはわかる。数字によってインドの広さを見れば、国土面積は世界で第7位の約329万km<sup>2</sup>弱であり、世界で61番目の面積である日本のおおよそ8.8倍程度である。(図-1を参照)



図-1 面積を正しく表現している図法で描いたインドと日本の地図を重ね合わせて表示

インドに行ってみて感じるのは、空が広いことだ。ニューデリーの街は、1910年代に英国が計画・建設したもので、広いスペースに議会や行政府の建物、公園、マーケット等が点々と配置されていて、建物が横に広がっていると感じられる。このため、高層建築に囲まれた街のように、ビルが上から覆いかぶさってくるような圧迫感がない。



図-2 インド門の近くの Kartavya Path Chowk から2km程度西に離れている連邦政府庁舎の建物を望む。周辺には、国立公文書館や国立博物館などの、政府関係の建物が並ぶが、空を覆うような高層ビルは見当たらない。

タクシーで、ニューデリーの街中を走っている時、公園らしきものが延々と続いていた。そこで、ドライバーに「何という名の公園か」と聞くと「South of Central Ridge Forest」という答が返ってきた。こんな街の中に「Park」と言わず、「Forest」と呼ばれる場所があることに驚く。なるほど、サルやリスと思しき動物がそこそこに現れて、私がForestからイメージすることとの違和感は小さい。日本にも奈良の鹿のように、市街地で動物と人間が共存しているとして、海外から来た観光客に珍しがられる例はある。しかし、インドではもっと野生に近い生態があるように感じられる。

また、日本ではすぐに開発されてしまいそうな首都のこのような場所に、このように広い森が、この都市が建設されて100年余りにもなる今日でも、未だに存在していることにも驚く。そして、この森が残された経緯や背景に興味湧く。

## ■ インドは多い

インドは人が多い。一昨年未頃から、2023年早々にインドの人口は中国を抜き、世界最多になると聞き始め、春には「インドは世界で最多」と聞くようになった。国連人口基金は、「2023年半ばにインドは14億2,860万人となり、中国の14億2,570万人を上回り世界最大の人口を擁する国になった」と推計している(日本は1億2,330万人で12位)。

アムネスティ日本のホームページによると、インドには「指定部族」と認定される民族数が461と多い。しかし、人種の構成はアーリア系が72%、次いでドラヴィダ系が25%とこの二つの人種が圧倒的に多い。インドの街を歩いて感じるインドの多様性は、人種以外の背景によるものが多いのだろうと想像する。

使用される言語は、公用語・準公用語のヒンドゥ語、英語の他に22と多くの公認言語がある。宗教もヒンドゥ教、イスラム教、キリスト教、シク教がある(CIA, The World Factbook(2000)より)。これらが絡み合っ、インドを構成しているのだろうと思う。

人口が多いことで、インドの社会は多様性が増し、社会が複雑化し、パワフルになっていると感じる。

**事務局からのお知らせ**

12月11日 理事会の開催

3月14日 気象測器研究会の開催予定

**編集後記**

新年を迎えた1月1日に能登半島でM7.6の地震が発生しました。200名余りの死者を出し、未だに多くの方が不明のようです。また、翌日には羽田空港で日本航空の旅客機と海上保安庁の航空機の衝突事故が発生し、海上保安庁の方が5名亡くなりました。一方、ヨーロッパでは年明け早々に洪水に見舞われた地域もあったようで、世界各地で落ち着かない年明けとなったように思います。

温暖化、災害対策、社会システムなど、人と自然、あるいは人の作ったシステムに関わる多くの問題が積み残されながら、時間だけが進んでいるようにも感じます。Mestに参加される組織や個人は、このような問題の解決に貢献できる様々な知見をお持ちになっていると思います。

今年がどのような年になるのか不安な気持ちを抱きながらの年明けとなりましたが、社会の抱える問題の解決に、Mestの知識や経験を役立てることができればと考えています。

(森田 務)