

**巻頭言**

日頃より、会員の皆様には当法人の活動に格別のご理解・ご協力を頂き、心より感謝申し上げます。また、去る6月1日には、第9回定時総会も滞りなく終了いたしましたこと改めてご報告と共に、引き続き変わらぬご支援の程、何卒よろしくお願い申し上げます。

世間では、ビジネスシーンにおける様々な課題が挙がっておりますが、気になる課題の一つとして人材の確保がございます。気象業務に携わられていらっしゃる皆様と私たちの気象業界は、ますます役割と重要度が高くな

**理事 小松 亮介**



っていると感じる中、業界の発展には、現状はもちろん次世代の人材確保は重要な課題と感じています。気象というキーワードの中で、産学官幅広い分野からご参加を頂き、大変貴重な場である気象測器研究会及び当協会の活動を通して、みなさまに課題解決のヒントも見つかれば幸いです。

皆様からのご意見・ご要望もお待ちしておりますので、引き続き何卒よろしくお願い申し上げます。

**目 次**

- ・巻頭言-----理事 小松 亮介
- ・[海外だより]インド雑感-----京都分室 森田 務
- ・[連載]気象よもやま話(13)----相談役 渡邊 好弘
- ・[連載]風のはなし(4)-----理事長 林 泰一
- ・[トピックス]空模様から何がみえる  
-----スカパーJSAT(株) 小淵 浩希

- ・世界相互認証(MRA)と ISO/IEC に基づく「不確かさ」の情報] ----(株)第一科学 執行役員 武田 秀樹
- ・Mest 新入会員紹介  
(有) アクト・ウェザー----- 鎌田 忠彦
- ・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

**海外だより —インド雑感—**

Mest 京都分室の森田と申します。ニューズレターの編集を担当しています。

この度、海外の話を書くことになったのは、今年の初め頃に林理事長からインドの雨量観測の機器点検に行かないかというお話をいただいたことに始まります。これは、林理事長が京都大学に在籍しておられた時に始められ、現在では香川大学の寺尾先生らの研究者によって引き継がれている観測です。コロナ禍によって、今年は3年ぶりの実施となりました。そして、幸いにも私はこの点検に参加する機会を得ることができました。

雨量計は、アッサム州、メガラヤ州とバングラデシュの30ヶ所余りの地点に設

**京都分室 森田 務**



置されています。これらの地点を5班で点検するのですが、私が参加したのは、アッサム州のブラマプトラ川の南岸に沿って設

置された地点でした(図1を参照)。この地域では、雨量計の設置地点がおおよそ100km毎で、点検に要する時間よりも移動に要する時間がかかるといった状況でした。しかし、長距離を移動することでインドの様々な表情を見ることができ、インドを初めて訪れた私には、興味を惹かれるものに多く会うことができました。

次回以降のニューズレターでは、このインドの雨量点検に参加して、私が感じたインドについて書いてみたいと考えています。



図1 雨量計の点検を行う地域

## 【連載】気象よもやま話(13) — 上層風観測 —

前相談役 渡邊 好弘



高層気象観測は、1749年にスコットランドのアレキサンダー・ウィルソン(1714~1784)が凧(kite)に温度計を付けて揚げたのが最初という。凧を用いた観測は世界各地で行われていた。そして1783年フランスで気球(Balloon)が誕生し、1794年フランス革命でフランス軍が初めて敵情偵察等に係留気球(Captive Balloon)を使用している。

その後、時期不明であるが係留索を通信線と一体化する改善を行い、係留気球下のゴンドラに観測員が搭乗して敵情偵察を行い、結果を電話で地上に報告していたようである。

日本も軍が係留気球技術を輸入して戦地で利用し、最後は風船爆弾に辿り着くことになる。当時は気球の気密性維持のため、球皮はゴム引き布

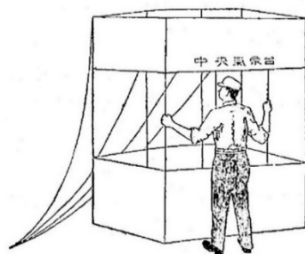


図1 観測凧 気象観測法講話 三浦栄五郎著 昭和23年11版 地人書店

(後にビニール系に変わる)を利用していた。国内では高層気象台が1920(大正9)年に創立され、バルーンを使った測風観測や係留気球観測そして凧による観測を行っていた。この凧は和凧ではなく立体凧(図.1参照)で、割合安定していたとのこと。同時に気球制作技術が民間に伝わり、宣伝気球、アドバルーン(Ad-Balloon)が誕生して空を賑し、1937(昭12)年、「空にゃ今日もアドバルーン」と唄われる程であった。後に、アドバルーンが気象調査に利用されるとは想像出来なかったであろう。

そして1945(昭20)年夏に終戦となり、戦後の復興が始まったものの、食料不足の上に復員による人口増加、産業界の戦災復興と年々経済活動が活発化する中、1950(昭25)年に朝鮮戦争が勃発し、連合軍補給基地の日本に戦時景気が訪れた。一方では大気汚染が深刻化し、戦後の世界は大気汚染に生活を脅かされていた。深刻化する汚染調査は公的機関が行っていたが、1965(昭45)年頃から民間も参画し立体的な気

象調査が始まった。しかし、当時、国内の係留気球数は少なく、身近なアドバルーンを使用したグループもあったが、アドバルーンは風に流され高度が不安定なばかりでなく、係留索に沿わした信号線が自重で内部の導体が切れて観測に支障を来していた。係留気球観測は、高層気象台で実施しており、民間はその技術指導を受けて多くを受け継いだ。係留索と信号線の一体化で信号線の切断は免れたが、空中に絶縁被覆の係留索とは云え、垂直に最大1,000m程度揚げるため、経験したことがない現象が発生しその都度対策を講じた。係留気球観測の詳細は測候時報(Vol 34,1-65)を参照されたい。

そもそも係留気球とする呼称は、1919(大8)年、アメリカ海軍省の発刊の「The Type "M" Kite Balloon Handbook」(図.2参照)の中で係留気球をKite balloonと記述しているが、国内では暫くしてカイツーン(Kytoon)と呼ばれるようになった。確認した処、このKytoonは造語と説明を受けた。これら資料は公開されており参照されたい。有線による観測は、電波法等の改定で係留ゾンデの使用が容易になり無線に置き変わった。1970年前後が観測のピークで、その時期は全国何処かでカイツーン観測が行われ、「空にゃ今日もカイツーン」状態が続いた。また、カイツーンの下に吊るしたノンリフトバルーンを切り離し、セオドライトの二点観測や、ヘリコプターでノンリフトバルーンを中心に旋回飛行し、その中心地点と高度を一定時間毎に記録して気流の挙動を観測した。これら観測手法は、現在は使用する機会もなく経験や技術も時代と共に忘れられ、順次近代化されているが更に効率的な新技術に期待する。

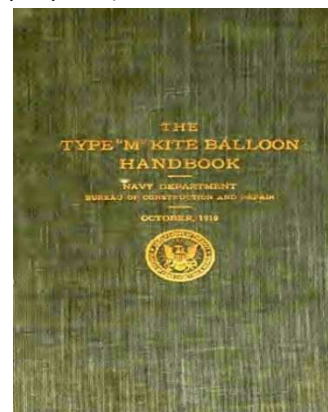


図.2 The Type "M" Kite Balloon Handbook アメリカ海軍省発刊 1919



【連載】風のはなし(4) - 大気境界層の渦 (eddy) -

理事長 林 泰一



地球の地面近くの大気は、地面との摩擦や凹凸により乱れている。この大気接地層中の風は勝手気儘に振る舞っているのであろうか？ 風のはなし(2)で、大気境界層の構造と乱流の中で、「乱渦 (Eddy)」について述べた。今回はこの乱渦の形状や大きさについて述べる。

イギリスの物理学者の G.I. Taylor は、流れ場のなかで、乱流を巨視的なスケールの渦状の空気の塊 (乱渦) ととらえ、分子運動のアナロジーとして考えた。この「乱渦」の概念は流れの性質を示すものである。それでは、この乱渦の運動は、A. Einstein も研究した分子のブラウン運動のように、流体の中でランダムに運動しているのであろうか？

実際の風の吹き方を見ていると、ある広がりを持った塊が風上から風下へ風の乱れが移動しているように見える。この風の広がり具合を調べるには、複数の風速計をある範囲に設置して同時に観測して、どの程度の範囲の風がよく似ているかを定量的に評価することが必要である。2つの観測点の風速変動の時系列の相関を取って、その2次元の分布を調べて、この2地点の風の相似の程度を定量的に評価する。ある基準点の風速変動  $u_1(0, 0)$  と、ある距離離れた地点  $(x, y)$  の風速変動を

$$R(x, y) = \frac{u_1(0, 0) \cdot u_2(x, y)}{(\sigma_{u_1} \cdot \sigma_{u_2})}$$

である。 $\sigma_{u_1}$  と  $\sigma_{u_2}$  は、それぞれ2地点の風速変動  $u_1$  と  $u_2$  の標準偏差である。この2つの風速変動が全く同じであれば、相関係数は1であり、全く無関係であれば0である。ふつうは0と1の間の値をとり、その値が大きいほど、2つの変動はよく似ている。

図1には、東西150m、南北80mの範囲に25台の3杯風速計を設置して、風速変動を同時観測し、中心の基準点との相関係数の分布を示したものである。観測高度は約5m、観測時間は30分で、平均風速は11.8m/s (25台の時空間平均値) の事例である。横軸がほぼ平均風向である。相関係数の等値線は風向方向に長く伸びた形をしていることは、風の移動を考えると至極当たり前であろう。どの程度の範囲に似たような風が吹いているのか、どの程度離れば違った風が吹いているのかを調べることは、構造物の耐風性を考えるときとても重要である。とくに、本四架橋や超高層ビルが建設されるようになって、その長大構造物に作用する風荷重の評価には欠かせない情報なのである。

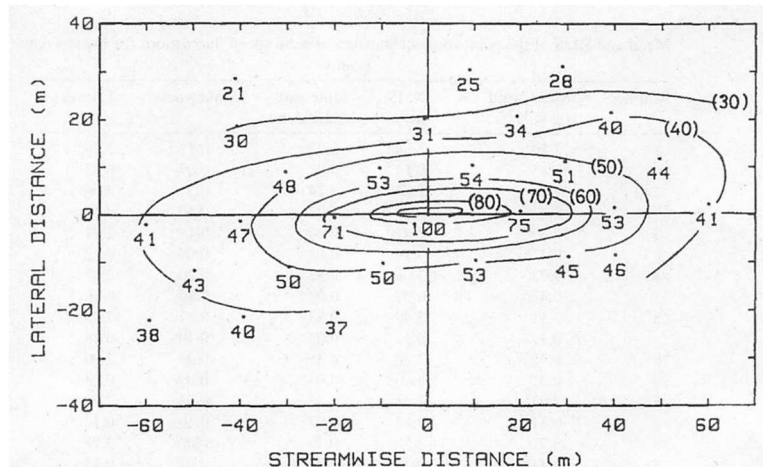


図1 水平2次元の風速変動の相関係数の分布による乱渦の概念図

トピックス



スカパー JSAT 株式会社  
新規事業開発部 小淵浩希



スカパー JSAT が新規事業として取り組む日射量予測サービス「そらみえーる」について  
事業開発に至る経緯と、そら日記アプリや宇宙開発への展開などをご紹介します。

海の安全と未来

海上気象観測の自動化開発に参加

船舶による海上気象観測は、安全で効率的な船舶の運航等に必要日々の気象や波浪の実況把握、予報・警報のため、そして近年では地球温暖化に代表される気候変動の実態解明と将来予測のため、さらには水産や鉱物資源の開発、海運の振興、船舶および海洋構造物の設計等の際に必要な海洋環境条件の把握にも広く利用されています。船舶会社に衛星回線を提供する当社は、海上気象観測と報告の作業を自動化する技術開発において、**雲を観測する装置（天球カメラ）と雲を識別するAI（くもみ）の開発**を担当しました。

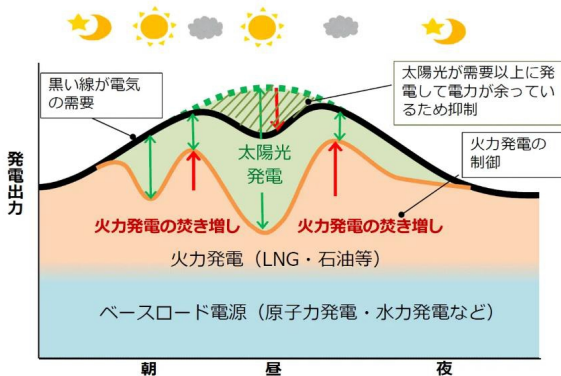


太陽の恵みをもっと

日射量を予測して再生可能エネルギーを有効活用

規模の大小に関わらず電力供給システムでは常に需給バランスが維持されています。バランスが崩れると電力系統内の周波数が変動し、電気機器の不具合や、最悪の場合は停電を引き起こします。

一方で普及が進む太陽光発電はクリーンで環境にやさしい電源ですが、雲によりその出力が大きく増減するという点は需給バランスにおいては弱点といえます。大電力系統ではバランスを保つために火力発電所が調整し、太陽光発電量の増減を吸収していますが発電所の負荷は大きくなる一方です。さらに太陽光発電の普及が進み発電量がバランス調整範囲を超えると有効活用できない余剰電力が発生するという課題も生じています。



電力需給のイメージ 出典：資源エネルギー庁ホームページ

これらの課題解決には太陽光発電量の事前に予測すること求められています。そのための**日射量予測に、天球カメラと雲観測 AI を活用**できることを知り、それらの技術を日射量予測サービス「そらみえーる」の事業に展開しました。



とにかく明るいそらみえーる紹介ビデオどうぞご覧ください！

子供たちの笑顔

海上気象観測で生まれた AI: くもみを使った雲日記アプリ



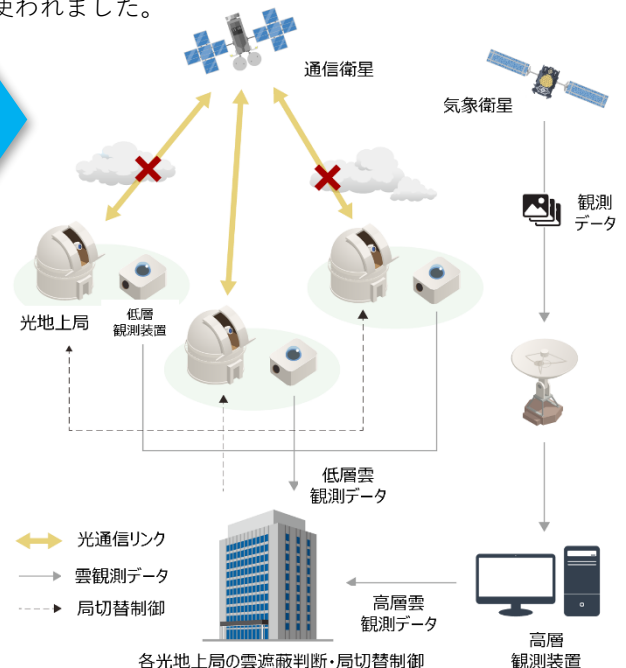
2018年の夏休み、『通天閣でお天気博士になろう！』というイベントが大阪の通天閣にて開催。このイベントは一般社団法人大阪市男女共同参画のまち創生協会が小学校高学年とその保護者に向けて開催したものです。子供たちは最上階の特別展望台でよい雲が見つけると『くもろぐ』に「この雲なあに」ときいて、判別結果が自分の予想と合っていたかなどを確認しながら楽しそうに学習しました。

遠くから届く宇宙の光

雲観測技術を宇宙開発へ

宇宙から地球を観測するニーズと低軌道衛星によるインターネットアクセスの拡大により、宇宙空間を流れる通信データは増加しており、は高速化と大容量化が求められる宇宙から地上へのデータ伝送に光通信が注目されています。宇宙と地上間の光通信には通信路における雲により回線が遮断されるという課題があり、光地上局を分散配置し雲を回避するネットワークルーティングが検討されています。

JAXA: 宇宙航空研究開発機構、東海大学、スカパー JSAT 株式会社では共同で「宇宙 - 地上間光通信に必要な雲回避運用の時間分解能の改善検討」を行いました。その検討においては**そらみえーるで培った雲の動きを予測する技術**が使われました。



参考「宇宙 - 地上間光通信に必要な雲回避運用の時間分解能の改善検討 (宇宙航空研究開発機構、東海大学、スカパー JSAT)」



トピックス 「世界相互認証 (MRA) と ISO/IEC に基づく「不確かさ」の情報」

株式会社第一科学

執行役員 武田 秀樹

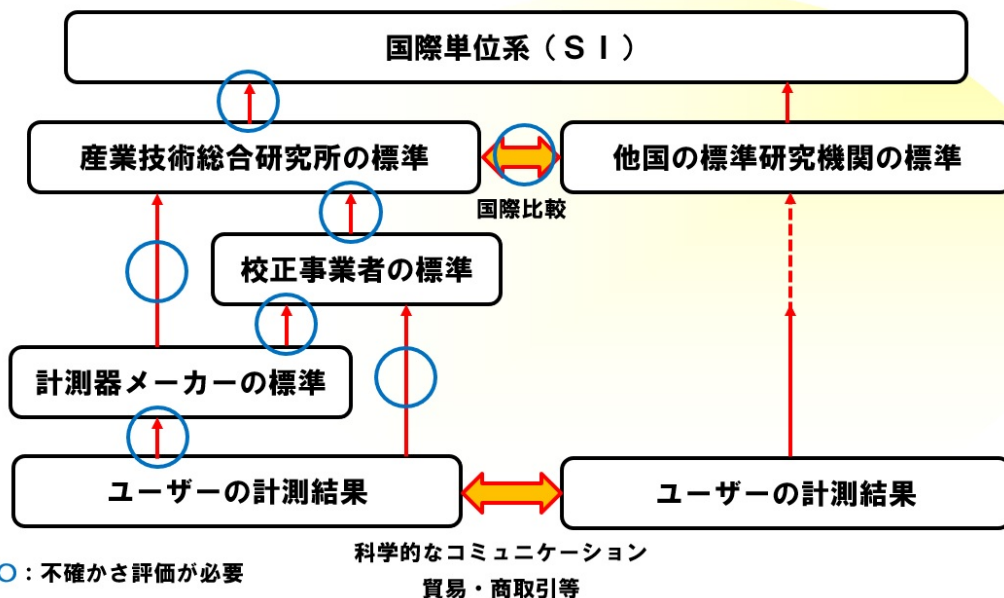


本号より世界相互承認 (MRA) と ISO/IEC に基づく「不確かさ」に関して、数回に分けて解説させていただきます。まずは図をご覧くださいと分かるのですが、色々な物理単位は SI 単位で成り立っています。その単位が各国により同じ物理量となる為の取り決めが相互承認協定 (いわゆる MRA (Mutual Recognition Agreement の略称) と呼ばれているのです (MRA は日本語で世界相互承認・世界相互認証という表現が使われる事がある)。

貿易の円滑化、国際取引の公正化には、国家間で承認し合った基準が大きな役割を果たしており、国際法定計量機関 (OIML) の国際勧告もその一つとして重要視されています。私もこれに携わる一般財団法人日本規格協会の委託を受けて事業を実施している一般社団法人日本計量機器工業連合会の技官を務めているのですが、就任当時、流量計や圧力計、温度計の規格化が非常に厳格なので驚いたものです。例えば原油の流量を計る事に関しても、国によって誤差を生じれば売買に関しても損得が生じる事態になってしまうのです。従って相互承認協定に加入していない国との貿易にはリスクが生じる可能性があります。

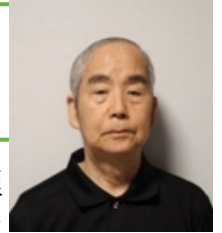
下記の図でも分かる通り貿易には計量が重要な取り決めなので、日本ではこのような背景から経済産業省が管轄しており、その所管の公的研究機関として国立研究開発法人産業技術総合研究所が SI 単位で重要な各種標準を保持することになっているのです。気象測器における不確かさがあまり浸透していない背景には、このような省庁の違いが影響しているのではという印象を感じております。気象測器の不確かさや気象に関わる的中精度では、どちらかと言うと二次的な被害や影響になるのではないか。

さて、この世界相互承認を確立する方法としてどのような手段があるのでしょうか？日本では古くから測器や計測器に成績書や校正証明書をつけてきました。この中には実器検査および型式証明を受けた書面 (測定結果報告書) による検定方法があるのですが、残念ながらこの気象測器検定規則は日本独自の法律であり海外ではありません。したがって世界相互承認 (MRA) ではないのです。では、どのような方法が合致しているかは次回にお話ししたいと思います。



参考図 日本のトレーサビリティ体系と各国の係わり

Mest 新入会員紹介 No.24 有限会社アクト・ウェザー 鎌田 忠彦  
 — 大阪の気象協会では測器を担当したこの五十年を振り返って —



【まえがき】

私は、先の大戦が終わる前の年 1944 (S19) 年の 1 月の生まれで、次の正月には満 80 歳になる。その私が 25 歳のとき 1969(S44) 年 9 月に大阪の気象協会に採用され、調査部測器担当課に配属されて、その後は、元々専門の電気技術を生かして測器 / 観測機器 / 周辺機材などの分野全般を一貫して担当してきた。この間 1995 (H17) 年から 2 年余り転勤のため大阪を離れた時期はあったが、専ら測器関係を担当。時には発生する深刻な障害をも含めて問題の解決に奔走してきた。

そうこうする内にやがて定年退職の時期を控えることになり、引き続き測器関係の業務支援をそのまま続けたいとの事情で定年前に気象協会を退職した。気象協会退職者で構成された有限会社のアクト・ウェザーに入社し、2006(H18) 年 9 月以降はアクトの社員として従来同様気象協会の東今里事務所に通勤し、測器関連の支援業務に従事している。この異動に伴ってこの三月末での在籍年数は気象協会 36.5 年、アクト 17.0 年の計 53.5 年になった。

今回、「気象協会職員になった当初からの経緯と今後の展望について 概略を文章にして Mest に寄稿してみないか」との提案を編集担当者からいただき、自身気象協会では長年測器分野を担当してきた元気象協会職員としては願ってもない恰好の機会到来と意気込んでお引き受けした。

【私が気象協会の職員になった事情】

私がなぜ気象の道に進んだか？はいわゆる

気象マニアだったからと自身理解している。私が生まれる十年前、初代の室戸台風の風害は兄が度々我が家の茶の間の話題にしていた。それに私が小学一年の時のジェーン台風の風害 および小学四年の時の 13 号台風の被害をそれぞれ自ら体験した。特に後者は当時多数あった農業用ため池が全て土砂で埋まり、山からの道路はほとんど土石流で掘れてしまう惨状は実に凄まじかった。多感な小学生が強烈な印象を受けてしまい、それ以後、自然現象の中でも特に気象には強く惹かれるようになった。特に台風の解説記事が出ていたらむさぼり読むようになり、興味本位ながら初歩の物理学など専門の知識も順次学習するようになってきていた。

小学六年の時には、通学していた小学校の校門にあった天気図用の黒板に、登校日は少し早出して朝刊に出ていた前夜 21 時の新聞天気図を黒板にチョークで書写するのを日課にしていた。このように気象マニアとして確固とした役割を果たすようになってきていた。中学生の頃には、科学雑誌に出ていたラジオ天気図の用紙を東京の出版元に注文し、NHK の第 II 放送で毎日夕方 16 時から放送の漁業気象を聴いてラジオ天気図を描くのが日課になった。こうして、自他共に許す気象マンに成長していった。工業高校電気科に進み、卒業して電機メーカーに就職したものの二年ほどで退職。以後、紆余曲折のあと幸運にも大阪の気象協会に就職できてそれ以降好きな気象測器の道を邁進した。

次号は現地における観測機器の保守について紹介する (表)。

表 次号の予定 (現地における観測機器の保守について)

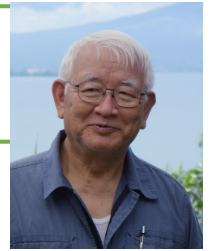
【観測現場に携行していく計器】	【資料類】
デジタルマルチメーター -----	取扱い説明書ほか関連資料類
精密級DC信号発生器 -----	取扱い説明書ほか関連資料類
各機器の取説類 -----	取扱い説明書ほか関連資料類



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



■ 各国が使用している百葉箱

私の海外での初めての仕事は、2009年5月のスリランカでした。その後、バングラデシュ、フィリピン、モザンビーク、ベトナム、ミャンマーの気象局の気象測器の校正、地上気象観測の現状を調査し必要な技術支援のお手伝いをさせていただきました。

日本の気象庁は、WMOの定める気温測定上の基準に合わせ1990年代に百葉箱を用いた観測から強制通風筒を用いた方式に変更しました。いっぽう、私の訪れた各国の通報および気象観測では気温と湿度の観測に表1に示すような百葉箱が使用されています。写真1は、私が訪問した各国で使用されている百葉箱です。写真のように百葉箱は国によって大きさも形も違います。

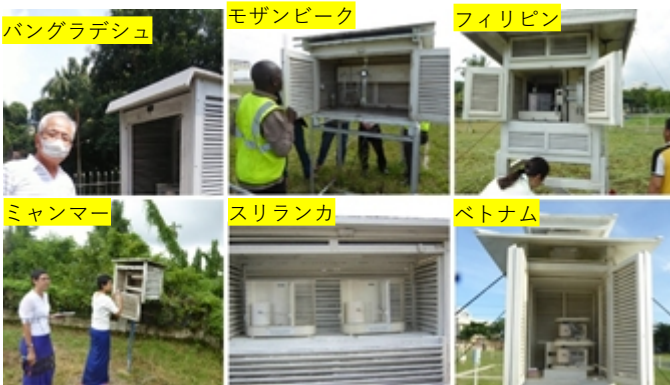


写真1. 各国で使用している百葉箱

測器の収容もフィリピンとモザンビークでは自記記録計も含め1台の百葉箱に納めていますが、スリランカ、バングラデシュ、ベトナム、ミャンマーでは、2台の百葉箱を用いて観測しています。各国の状況を見ると自記記録計が無い百葉箱、最高温度計や最低温度計が使われていない観測所があります。原因は、記録紙が無い、記録計が壊れたなど様々な理由があると思いますが、各国の気象観測にかけている経費の指標にもなると思います。なお、これらの百葉箱はミャンマーを除き気象局の工場で作成し、設置されています。

い、記録計が壊れたなど様々な理由があると思いますが、各国の気象観測にかけている経費の指標にもなると思います。なお、これらの百葉箱はミャンマーを除き気象局の工場で作成し、設置されています。

■ 従来型の観測測器から

自動気象観測装置 (AWS) へ

ある気象局の部長さんは、「停電の多い我が国で、従来型の測器と百葉箱を使用した気象観測を、AWS (自動気象観測装置) に変えることは難しい。」とおっしゃっておられました。しかし、一方で各国は経済成長と共により密で迅速な気象情報の提供が求められると思います。

写真2は、JICAの支援でミャンマー (左) とバングラデシュ (右) に設置されたAWSです。



ミャンマーのAWS

バングラデシュのAWS

写真2. 自動気象観測装置 (AWS)

ミャンマーでは太陽電池パネルの下に百葉箱を設置していますが、太陽電池パネルの加熱の影響が気温観測に影響を及ぼしているとの懸念が現地担当者から出されていました。また、バングラデシュのように異なるドナーのAWSが併存するような風景も見られます。

表1. 各国の使用百葉箱のサイズ、使用個数、収容測器比較

サイズの目安は、日本の気象庁の1号型百葉箱と同程度の大きさのものを「大型」とし、これより小さいものを中型とした。

	スリランカ	バングラデシュ	フィリピン	モザンビーク	ベトナム	ミャンマー
百葉箱サイズ	大型 (横長)	中型	大型 (縦長)	大型 (横長)	大型 (縦長)	中型
使用百葉箱数	2	2	1	1	2	2または1
収容測器	乾球温度計	乾球温度計	通風乾湿計	乾球温度計	乾球温度計	乾球温度計
	湿球温度計	湿球温度計	スリング式乾湿計	湿球温度計	湿球温度計	湿球温度計
	最高温度計	最高温度計	最高温度計	最高温度計	最高温度計	最高温度計
	最低温度計	最低温度計	最低温度計	最低温度計	最低温度計	最低温度計
	自記温度計	自記温度計	自記温度計	自記温度計	自記温度計	—
	自記湿度計	自記湿度計	自記湿度計	自記湿度計	自記湿度計	—

写真3はスリランカに設置されていたAWSです。可倒式観測マストを導入し、観測マストに取り付けられたセンサーの点検・保守を容易にする構造となっていました。この構造を採用した結果（効果）がどうだったか気になっています。



スリランカに導入された可倒式マスト

写真3.可倒式観測マスト

最後に私見ですが、有人観測所に設置するAWSの電源を商用でなく太陽電池にしていることが理解できません。全国同一の仕様で構成するのが基本であるような気がしますが、気温が高く日射量も多い低緯度の観測所のバッテリーの寿命は、「一般的には、蓄電池温度25℃におけるフロート寿命にて表現され、寿命は周囲温度が8~10℃上昇するとほぼ半減する」とのことです。蓄電池の寿命を考えると、バッテリーを収容する筐体の構造や、観測所内に設置されたAWSについては商用電源を採用するのも一つの考えと思うのです。様々な分野の会員で構成する本会の諸氏の情報をいただくと幸いです。

#### 事務局からのお知らせ

4月28日 第1回理事会

6月1日 第2回理事会、第9回社員総会、第46回気象測器研究会を開催

8月 末頃 理事会を予定

#### 編集後記

今年もまた北九州や東北で大雨による災害が発生しました。河川改修や砂防技術の発展によって、昔に比べ人的な被害は小さくなったように思います。しかし、被災された方にとってみれば、災害によって破壊される生活の場の惨状は、いつの時代でも厳しいものだと思います。

7月12日の朝日新聞の川柳欄に、梅雨末期の災害を嘆く一句がありました。

災害がなければ明けぬ梅雨悲し（神奈川県 谷正之）

防災関係者の方々の努力が実ることを願い、我々もその一助になればと感じるこの頃です。（森田 務）