

● 2章

天気を知る

- ◆風の姿、風を計る
- ◆雨の長さ、雨を知る
- ◆67・8℃度の気温は流刑囚が観測
- ◆気圧の発見から天気予報へ 気圧を知る
- ◆水蒸気、CO₂、オゾンは微量でも大きな役割
- ◆アメダスとウィンドプロファイラー
- ◆気象レーダーとドップラーレーダー
- ◆宇宙からの気象観測

◆ 風の姿、風を測る

風は気圧の高いところから低いところに、密度の濃いところから薄いところに移動する空気の流れです。舞台で幕が明けられと、冷たい風が舞台からサーッと吹き降りてくることがあります。これは舞台風という幕の向こうの冷たい重い空気が流れてきたのです。

風は透明な空気の流れです。黄金の稲田を一陣の風が吹き渡り、波を打った様にサラサラと稲穂がゆれる姿を、穂波（ほなみ）と呼んでいます。透明な空気の流れとその中での小さな風の渦を見ることができ、その渦の白い筋が移動し変形していくことに、そして木枯らしに吹かれ、くるくる回りながら落ちていく紅葉に彩られた晩秋の風が見え、吹雪が舞い狂う有様を見て冬の風を見ることが出来ます。

風の腕 / 紙切れの下から／あ、持ち上げたよ』と、そっと持ち上げられた紙に、見えざるか細い風の腕を見てとる素朴な感性で見た風がそこにあります。日本列島に次々と襲来するあの凶暴な風をもたらず台風ですら上空の風まかせで動いていますので、もし宇宙から見たら大きな雲の渦が見えない太い腕でグイと向きを変えられてるように見えるのでしょうか。

その見えない風を測るのが翼のないプ

ロペラ飛行機の形をした風向風速計や半球が3つ（3杯という）のロビンソン風速計です。風速は1秒間に空気が移動した距離です。プロペラや3杯の回転数が風速に換算されて風速何m/sとなります。風向は吹いてきた方向で、北風は北の方向から吹く風です。

風速はいろいろの乱れが重なって強弱の変動が大きいので、国際的な約束では10分間平均の風速が使っています。飛行場ではもっと短時間の風速が必要です。3分間平均風速を使っています。平均にたいて、突風（ガスト）は、瞬間風速です。瞬間風速と10分間平均風速の比は1.5倍から2倍ありますが、最近の台風による都会での突風は、日が2を超えることがあり、建物が多くたつて地面の粗さが増えたのが原因といわれています。

また、「風力」という風力ゼロから12まで13階級に分けた、ビューフォード風力階級が使われています。帆船時代からのもので、風力3は3ノットの速度で帆船を動かす、風力6は風力1の6の3乗倍、216倍の風圧が帆にかかるように巧妙に階級分けされています。漁業気象にもつかわれ、風力〇と感覚的にわかりやすくされています。

一方、見えない風を音で測ることもできます。冬の木枯らしの風でヒュー、ヒュルルーンと音を出すのが虎落笛。もがりぶえ、木々の細い枝に風が当たって振動音

をだしますが、これはカルマン渦という渦が発生して人の耳に届いていうからです。振動数と枝の直径がわかれば風速が推定できます。

さらに自然界には直径が数kmから数十kmの大きい島も風が当たると低い振動数の音をだすカルマン渦が発生しています。日本列島の北端、稚内の南西に浮かぶ利尻島の方向からの南西の強風が吹くと、稚内地方では風速がゼロから20 m/sほどに1時間くらいの周期で強弱を繰り返し、しかも24時間も吹き続けるという不思議な現象がありました。

ナゾ解きの結果は利尻島の風下に直径10 kmほどの大きな空気の渦、カルマン渦が発生して、2列に並んだ渦が次々と稚内の上を通過したためという答えとなりました。大西洋上のマデイラ島や東シナ海の済州島から1～8時間の周期で2列の雲の渦が発生しています。島の直径と渦の周期がわかれば吹いている風速がわかります。大気の底に住む我々に対して巨大な空気の渦をとおして風を見せてくれているのです。

+++++

；日本航空のウインズのエッセイ、風紀行に書かれた『風とHAIKU』の中の一節です。

+4杯風速計もある超音波風速計もある。

＋風力階級 風力ゼロの「静穏」から12
の「暴風」まで13階級に分け、ちょうど
半分の風力7 約15 m/s の風で樹木
全体が揺れ、風に向かって歩きにくくなり、
風力12・32 m/s がハリケーンの強さ
です。

＋カルマン渦・円筒状の物体に水や空気
の流体があたると、後ろ側に2列の渦がで
きる現象。山の直径の十倍以上の渦の列が
できることがある。

*

◆ 雨の長さ、雨を測る

漢字の雨は日本人の生活に深く溶け込んでいます。降れば「集中豪雨」で被害となり、降らなければ水不足で「慈雨」を期待します。麦の実りの秋に降れば「麦雨」となり、「雨足」が強い激しい夕立で白く煙る「白雨」から厚い黒雲から土砂降りとなります。目に染みる青葉を輝かせる「青雨」「緑雨」と色のついた雨ともなります。

何ミリの雨が降ったというように「雨量」は「長さ」の単位が使われています。「雨量」は地面に到達した雨の量で、直径20 cmの円筒に降った雨を溜めて深さを測ります。1 mmの雨は畳1畳あたりおよそ2坪の量となり、地面がすこし濡れる程度の強さです。シトシト型は1・2時間数mmくらいで、じくじくと長く広範囲に降り「地雨」となり、ザーザー型は時に1時間数十mmを越える雨が短時間で狭い範囲に降り、ゴロゴロと雷を伴う場合が多いのです。

日本における1時間雨量の最大は、1982年7月の長崎豪雨のときに長与観測所で記録した187 mmで、短時間の雨の強さでは熱帯並みの激しさをもっています。1時間50 mmの激しい雨ではトタン葺きの屋根を打つ音で声が聞こえず、向かいのビルが雨煙の中にかすみ、自動車の早回しのワイパーなどがきかないほどの激しさで

道路は水で溢れて運転が難しくなります。1時間雨量1000 mmの雨はバケツをひっくり返えしたような雨が瀧のように降り、その強さの雨に出会うのは一生のうちで恐らく1回あるかないかでしょう。

日本における1日雨量の最大は、1976の台風17号と秋雨前線が絡んだ、徳島県日早の1114 mmであり、東京における1年間の雨量の8割に相当する膨大さです。1年間雨量の最大は、大冷夏で梅雨明けがなかった1993年の宮崎県「えびの高原」のは8511 mmです。奈良県大台ヶ原を抜いて1位となりました。ともに南よりの湿った気流が流れ込んで降る山地での記録です。

一方、世界一の多雨の記録は、インド東部のチェラプンジ観測所です。いまから140年前、1年間の雨量が2万6461 mmの超怒級の世界最多雨を記録しました。この雨量は東京の20年分にあたり、高さ26 mのビルの10階の高さまで迫る膨大さになる。5月のモンスーン入りとともに、空の水門が突如とあいて激しいスコールが降り始めます。インド洋、ベンガル湾からはたつぷりと湿気を含んだ気流がモンスーンの奔流となってガンジス川の河口のバングラデッシュデルタを通り、山地に吹きつけて世界で最も多い雨量となるのです。

空の水門が全開となって、天が裂けてピンポン玉大の大粒な雨が降るといわれて

いますが、直径およそ4 cmのこんな大粒の雨はありません。落ちてくる雨の形はどんな形ですか」と小学生に質問したところ、しづく形や涙形が一番多い答えでした。実際の雨の形は葉の上の露のように表面張力で1ミリくらいまでは球形となり、それを越えると落下速度が大きくなりお供え餅の形のように変形して落下します。さらに大きく4 mmを越すとオワン形となつてぶるぶると振動してついには分裂しやすくなります。地上では7ミリ以上の直径の雨粒は観測されていません。

+++++

第x x 図・・・転倒ます型雨量計。降った雨がたまつて落下し転倒ますをうごかす。1カウントで0・5 mm

+++++

+1 慈雨」恵みの雨、麦雨」麦の実りの秋（5月）に降る雨。雨足」雨が長く筋を引いて地面に落ちるのを足にたとえたもの。白雨」激しい夕立で白くかすんで煙る雨をさす。黒雨」厚い黒雲から土砂降りとなる雨。青雨」目に染みる青葉を輝かせる雨、緑雨」もおなじ。

＋スペースシャトルでとったチェラプンジの豪雨をみると、さし渡し四百キロほど、東京から関ヶ原ほどの距離の広がり

持った巨大な積乱雲群が白い生き物のよう
に覆いかぶさっていた。

＋長崎豪雨・梅雨末期の集中豪雨。1982年7月23日、長崎を中心被害×豪雨のときに長与観測所で記録した。ペー
ジx参照)

＋徳島県日早の1114㎜は、1976年9月11日の記録。この豪雨のとき全国5日間で列島に降った雨の総量がおおよそ800億トンで日本最高。2位のおおよそ2倍。

◆ マイナス67・8℃度の

気温は流刑囚が観測

気温を観測できる温度計を始めて作ったのが1597年、ガリレオでした。実用となった水銀温度計は1643年キュルヒヤーがつくりました。以来400年近く気温の観測が続けられてきましたが、この長い記録から気候変動、地球温暖化などの謎の解明に使われているのです。かつて気温は百葉箱の中で水銀温度計を観測者が値を読み取って観測野帖に記入していました。現在では、白金抵抗温度計で気温の変化を自動観測しています。

その気温の自記記録には「カルデラ式気温変化」と呼ばれている興味深い現象も捕らえています。オホーツク海沿岸の網走における記録ですが内陸からの山越えの南西風でフェーンによって25度まで上昇したところ突然、冷たいオホーツク海から海風がはいるとわずか数分くらいで10度も気温が低下し2時間後に再び陸風となり気温があがる。この気温変化がカルデラ火山の形に似ているカルデラ型気温変化とよぶようになりました。寒暖の気温の境界が極めて薄くはつきりしている証拠をこの変化からわかります。

日本では気温の観測開始からおよそ130年、最も寒い気温の記録は、気象官署における公式記録では、百年ほど前の19

02年1月25日の早朝、北海道の旭川で観測された氷点下41・0℃です。翌日には帯広で旭川に次ぐ史上第2位のマイナス38・2℃が観測され、日本列島が記録的なスーパースペースにすっぽりと包まれました。その最中、当時の青森の軍隊による雪中行軍隊が、雪の八甲田山をめざして行軍し、厳しい寒さと暴風雪との戦いで199人が凍死するという八甲田山の悲劇となっていました。

この低温は、猛烈なシベリヤ寒気が日本列島に襲来して居座り、気圧の傾きがゆるんで晴れあがった盆地のなかで観測されました。晴れて風がほとんどなく、水蒸気も少なく空は澄んで放射冷却を遮ることなく冬の夜の十五時間もの長いあいだ、地面の熱がどんどん放射熱で逃げる続け、森の木々が裂ける「凍裂」の音が響く、低温のピークとなるのが夜明け前です。気象台以外では、中央気象台委託の美深(びふか)観測所での氷点下41・5度という記録があり、いずれも内陸の盆地の街で1月末に集中しています。

世界における気温の最低記録は南極大陸の標高3488mの水の大陸上のボストーク基地で観測されたマイナス89・2℃です。平地での低温の記録は、シベリヤ大陸奥地の酷寒の地、ベルホヤンスクで観測されたマイナス67・8℃でした。観測したのはシベリヤに政治流刑されたセルゲイ・フィリポビッチ・イワノフとい

う知識人でした。

ベルホヤンスク測候所は1869年から流刑囚らにより始められといわれ、1月の平均気温がマイナス46・3度という酷寒のなかでの記録で、強靱な精神の持ち主の流刑流が観測し続けた結果で、執念の観測だったのです。日本でも明治の初めに本格的な気象観測が始められましたが、その組織化の中心は、維新戦争の五稜郭の戦いで破れた榎本武揚らはじめとした旧幕府の知識人たちでした。

日本における最高気温の記録はフェーン現象の山越え気流で高温となった山形地方気象台の40・8℃であり、平地では最高と最低の差が8・2℃、世界の最高気温は、イラクのバスラの58・8℃であり平地における最高最低気温の差は12・7℃となります。地球全体の平均気温が15℃と穏やかな地球上で、自転軸が23・5度傾いていることとなせるワザなのです。

+++++

＋百葉箱・・・かつて気象台や測候所で観測露場の設置された観測の箱。

＋美深・・・北海道旭川の北80kmの盆地にある観測所。現在は、アメダス観測所に引き継がれている。1931年1月27日の記録。

＋最低気温の記録・・・1983年7月21日、の南半球の真冬。この極値は一日中太陽がでない極夜が2か月くらい続いた後にでた記録です。同じ緯度付近にある日本のドームふじ基地では、マイナス79・5℃を記録。シベリアのオイミヤコンのマイナス71・2℃とされている。

◆ 気圧の発見から天気予報へ

気圧を測る

17世紀は測器による気象観測が始まった世紀です。水銀温度計が実用化され、1644年にはトリチェリによって気圧が発見されました。長さ1mのガラス管に水銀を一杯につめて、水銀で満たされた器に立てたところ、高さほぼ同じ76cmのところまで止り、空気の重さで水銀の面を押し上げた結果であるとなりました。

4年後にパスカルが「高い山では空気の重さが、山頂の高さのぶんだけ低いはず」と気圧計を山頂まで運び上げてトリチェリの発見を実証しました。1平方cmあたりほぼ1kg、水の柱ならおよそ10mの高さにあたる重さで押す力を1気圧としたのです。圧力の単位として1013mbが使われ、現在はhPaを使っています。

気圧はそのレベルで空気の重さです。で、上空に行けば重さが減り気圧が下がります。5kmの山頂では気圧は半分、対流圏の上限の16kmで10分の1、32kmで100分の1の薄さとなります。スペースシャトルから見ると、地球の丸い地平線に薄い層が青紫に輝いているのを見ることができですが、この厚さが100kmくらいで、この高さで1万分の1気圧の薄さとなっています。

気圧を測ってみたら、気圧が低くなると天気が悪くなり、逆に高くなると天気が良くなるということがわかってきました。低気圧が近づき天気が悪くなり高気圧で天気がよくなるため、気圧計は「晴雨計」と呼ばれるようになりました。気圧が天気変化に結びつけられ航海に欠かせないものとなりました。そして1820年、ブランドスによって初めての天気図が発表されました。37年前のヨーロッパの気圧と風向の記録を集めて描かれた西ヨーロッパの天気図です。後の天気図の原型となりました。

気圧の測定は水銀気圧計が正確で標準器となっていますが、大がかりな装置となり壊れやすく移動には不便でした。しかし1843年になって、アネロイド気圧計という金属製の空ごう（缶）が気圧の変化で伸び縮みすることを利用した気圧計が発明され、時計のような形をした円形の気圧計も作られるようになり気圧の観測が広まりました。ところが観測してみると、観測する場所の高さで気圧のデータがまちまちとなって、天気図に記入しても使いものになりませんでした。同じ高さで比較しなければ意味がないことに気づき、海面に更正する」という同じレベルに揃えたところ、等しい気圧を結ぶと、嵐の姿が見えてきました。

気圧の発見が天気予報の始まりにつながり、天気予報は戦争とともに発展するという歴史的な事件が起りました。1854

年、クリミア戦争に参戦した英仏艦隊が黒海で襲来してきた猛烈な暴風に巻き込まれ、旗艦・アンリイ四世号が沈んだなど多くの被害がでてしまいました。その結果、海王星を発見して有名なルベリエに暴風の原因の調査が命じられ、嵐が地中海から黒海に進んできたことが確かめられました。もし天気図さえ整備されていたら暴風風の通報ができ、災害が防げたかもしれない」とナポレオンに報告され、これを受けて翌1855年からフランスの各地に測候所が立てられました。1960年に英国の港に暴風の標識がだされ、翌61年にフィッツロイによって毎日の天気図に天気予報が公表され、天気予報の幕開けとなりました。気圧の発見から200年後、現在から150年前のことでした。

+++++

+トリチェリ・ガリレオの弟子。気圧の発見と真空の発見（1643年）をした物理学者

+現在の気圧の世界記録は、

海上で測られた最低気圧は、1978年10月1

2日、台風20号、870hPa、最高気圧は、

真冬の中央シベリ高原、1968年 月 108

3・8hPaでシベリア高気圧の冷たい空気に覆

われたときである。

+M（ヘクト）、K（秒）単位系で圧力は

1Pa（パスカル）なので、ミリバールと桁をそ

ろえるためにh（ヘクト、100倍）を使って、

1013・25hPaとなる。

水蒸気、CO₂、オゾン

微量でも大きな役割

多くの生命を育む穏やかで住みやすく快適な地球環境をつくる大きな役割を果たしてくれているのがCO₂やオゾン、水蒸気などの微量気体と呼ばれているものです。地球の大気はおよそ8割の窒素、2割の酸素がほとんどで残りが微量気体で代

表格が0.03%のCO₂となります注1。オゾンと水蒸気の量は場所によって少しがいますがあわせて微量気体の3役です。

オゾンは上空20km付近を中心に成層圏に濃いオゾン層を作って、太陽から来る有害紫外線を吸収して生き物を守っています。オゾン層ができて初めて生物が地上に登場できて現在の繁栄のもととなったのです。その量は、季節と緯度で変わりますが、高さ25km付近で0.0015%注2)ほどで、この微量な量で地球の奇跡を引き起こしたのです注3)。

上空にも分布しているオゾンの全量を測るのはドブソン分光光度計という測器です。札幌など4箇所と南極昭和基地で観測しており、太陽の光がオゾン層で散乱された光を分光計で連続的に観測するものです。南極では1957年からおよそ50年の貴重な記録がありオゾンホール

の発見となりました注3)。このほか大

型気球や人工衛星にオゾン観測の機械を載せて地球規模の広い範囲のオゾンの分布を測るなど、いろいろの手段で観測をおこなっています。

第2は水蒸気です。広大な海を軸にした水の循環があり、水蒸気、水、氷と姿を変えながら、増え過ぎず減りすぎず、適度な雲を作り出ると水蒸気を空中に漂わせて絶妙な温度バランスの役目をしているのです。冷めにくい広大な海があり、海から蒸発した水蒸気が雲を作り雨や雪となつて川から海に戻り、雪や氷となつて極地を覆って太陽に光を適度に反射してバランスをとっています。

1%程度の水蒸気と、0.03%のCO₂やメタンガスなどの微量気体による「ほどよい温室効果」注4)の役割で、地球の平均気温を、マイナス18度から33度も上げて15度にしていくれているのです。

その湿度を測るのは、まず人の毛髪が空気中の水蒸気によって伸び縮みすることを利用した「毛髪湿度計」があります。また温度計を二本並べて片方の感部を湿ったガーゼでいつもしめら蒸発によって熱が奪われその温度差ができることで湿度を測る「乾湿球湿度計」となり、アメダスシステムなど自動観測システムでは塩化リチウムをしみこませた基盤の抵抗を測って湿度を測る「電気抵抗式湿度計」が現在では主役です。

地球温暖化で注目されているCO₂は

気象庁では、岩手県綾里をはじめ3箇所連続観測をしています。また定期航空機に観測器械を取り付け、日本からオーストラアまで上空を南北に観測し、海洋観測船などで面を観測して、CO₂の動向を観測している。

CO₂、オゾン、水蒸気といずれの観測も難しく大変大切な観測なのです。0.03%のCO₂と、0から4%の幅で変動し、全体で1%以下の水蒸気、1000分の数%のオゾンという微量気体が奇跡の地球環境を生み出し維持しているのです。サンショは小粒でピリリと辛いのです。

+++++

注1) 地球の大気組成は78.09%の窒素、20.95%の酸素と0.93%のアルゴンの合計で99.97%となり残る0.03%がCO₂です。水蒸気とオゾンは変動するのでこの組成にいません。

注2) オゾンの量は、地上から成層圏まで空気の柱、単位気柱といい、底面積1平方cmで大気を柱のように上空までのぼしていったものです。オゾンをすべて集めたオゾン全量で表すこともあり、地上1気圧まで持ってきておおよそ0.3cmの厚さしかありません。

注3) オゾンホールと有害紫外線「ページxx参照」

注4) 注3) ほど温室効果と放射バランス「ページxx」

◆アメダスと

ウインドプロファイラー

衛星写真とともにお茶の間までとどいているアメダスとは、アメ(雨)をダス(出す)というニックネームとされているようですが、『地域気象観測システム』の略字「下欄、AMeDAS」の無人の自動観測通報システムなのです。風向風速、雨、気温、日照の4つの要素の観測点が日本列島をおよそ17km四方に1箇所割り配置されています。

このアメダスの中で多雪地方を中心に、約290か所の観測所に積雪の深さををはかる超音波積雪計が展開されています。この積雪計はボールの先端から雪面に超音波を出して、雪面から反射されて帰ってきた時間から雪面の高さ(深さ)を1cm単位で測ることができます。

アメダスはふつう毎時間の観測を行い、気象台や測候所などの150箇所を合わせて、10分以内に、東京のセンターに集められた後、リアルタイムで配信されテレビやインターネットで見られることになります。

アメダスデータは数値データですので、加工が自在となりテレビや携帯電話の端末にも表示ができますし、動画で動かせば、雨の範囲が自分の方に向かって動いてく

る様子や、気温が30℃以上のところに赤い色をつければ暑さの広がりわかり、風向きや強さの変わり方や、日照から晴れの範囲などが一目りょう然にすることができます。

アメダスが地上観測であるの対して「空のアメダス」と呼ばれているのが「ウインド・プロファイラー システム」です。言葉のとおり、ウインド(風)の鉛直プロファイル(測定するシステムで、第x,y図のように、地上から上空に5方向に電波を放射し大気の流れ(密度の濃淡)よって散乱され戻ってくる電波から、乱れ動きを計算して、乱れを流している上空の風を観測しています。ドップラーレーダーは、雪粒や雨粒の動きを観測しますが、このシステムは雨がなく青空でも観測ができることが特徴です。

このプロファイラーシステムは日本列島に31本の高さ5kmの風の観測タワーを建てたようなものです。この観測ネットワークで豪雨や豪雪をもたらす「湿った空気の流れ」を連続的に捉えることができるようになります。この結果は、5kmのマス目で、3時間単位の詳細な天気予報を計算している局地数値予報モデルに取り込まれ、わが町の天気予報や防災情報などの予報精度の向上に大きく貢献しています。

このプロファイラーの観測点の上を強い台風が通り、台風風の断面が観測されました。風速25m・sの南東風から、台

風の中心通過で北西に風向が変わっていますし、7kmくらいの高さまでが詳しく観測されています。このように台風や集中豪雨や強い低気圧などの断面を詳しく捉えることが出来るようになりますので、その構造の理解が進み、予想の精度改善が図られ防災にも役立ちます。

+++++

＋地域気象観測システム。自動(A)、気象Me、データ(D)、収集(C)システム(S)

の略字。全国で1310か所所のアメダスの雨量観測所、その内、850か所は風、気温、日照、雨量の4要素の観測所。

＋雨量は転倒マス型雨量計で0.5mm単位、風はプロベラ型風向風速計で単位16方位。気温の測定は、サーミスター温度計、0.1度単位。日照計は太陽の放射を測り、過去1時間のあいだに太陽が顔を覗かせていた時間を単位で観測している。

◆気象レーダーと

ドップラーレーダー

1964年10月、東京オリンピックの開催に合わせて運用が開始された「富士山レーダー」が35年間の観測を終えてその幕を閉じました。狩野川台風、伊勢湾台風などの1950年台後半は、大被害台風が次々と日本列島に上陸して5年間で1万人近い死者がでてしまいました。このため災害を防ぐ切り札として、台風や集中豪雨など観測するために標高3776mの富士山頂に気象レーダーを建設することになりました。高山病に悩まされた建設工事やパラボラアンテナを覆う巨大な半円のドームを下からヘリコプターで運ぶなどの難事業を次々と乗り越えて完成しました。

富士山レーダーは、波長10cmの大電力の電波で、他のレーダーの約3倍の半径800kmまで観測できる強力なものでした。このレーダー観測の効果はすぐ現れ、他の防災対策とあわせて、60年代後半には年間の死者数が数十分の1までに激減しました。輝かし活躍も、77年には気象衛星ひまわりが打ち上げられ、気象レーダーの全国ネットワークの充実で出番が少なくなっていたところに老朽化が進みついに終止符がうたれたのです。

普通の「気象レーダー」とは、お椀の形をしたパラボラから波長5cmの電波を放射して、雨や雪の粒にあたって反射してきた電波から距離と雨や雪の強さを測る機械です。電波は、電子レンジで使っているマイクロ波という電磁波と種類のもので、半径300kmも届く強力なものです。第xのように台風や集中豪雨の雨や雪域を丸ごと捉えるのに威力を発揮します。

また10分間隔、5kmメッシュのレーダー観測雨量の6回分を合計すると1時間雨量になりますので、アメダスポイントの1時間雨量と比較することによって、日本全国を5kmメッシュ毎にわたって1時間雨量を再計算することができます。大雨のときに「レーダー解析雨量によるとx〇地点では1時間90mmの非常に強い雨が降っています」と報道されていますが、「レーダー・アメダス解析雨量」がそれです。アメダスが5km四方毎に配置されているようなものです。

一方、「ドップラーレーダー」というのは、従来の気象レーダーで雨や雪の強さを観測するのに加えて、それらを流す気流の動きを毎秒1mから数十mまでの範囲で観測することができます。これにより積乱雲や豪雨をスッパリと輪切ることができ、竜巻やダウンバースト現象の渦の構造や風の急変のところを発見できますので、アメリカでは100基ほどのドップラーレーダーが配置されております。また日本で

は新千歳から那覇までの主要空港に設置され、風の急変というウインドシアなどから航空機を守る安全運行の守り神となっていてと同時に豪雨などを立体的な構造を観測できます。

気象衛星、レーダーとアメダス観測という観測の三種の神器のそれぞれの役割を生かして、いくつかの府県くらいの広がりをもつ、数十kmから数百km規模の激しい気象現象の集中豪雨や北陸の豪雪などを監視して災害防止や日々の天気予報の精度向上に役立っています。

+++++
レーダー観測の格子 5kmメッシュから2kmに改良されてきています。雨も雪のあわせて降水量と総称しています。

十気象レーダー全国ネットワーク

札幌から石垣島まで全国で20箇所にレーダーを設置。10分間隔で観測して、デジタル化してメッシュデータとして合成して部外提供されている。

十パラボラ 衛星放送を受信する半球のアンテナと同じもの。電波を送受信する。

十ドップラー効果・救急車のサイレンが近づくときには音が高くなり、遠ざかるときに逆に低く聞こえるように、動く物体から放射される音波や電波の振動数が近づくとき高く、離れるとき低くなる効果。スピード違反交通取り締りをする速度計や野球のスピードガンも同じで雨、雪の動きがわかる。

宇宙からの気象観測

静止気象衛星ひまわりからMTSATへ

静止気象衛星に「ひまわり」という名前がついているのは、衛星が赤道上空3万6千kmの高さで地球の回転と同じ速さで回転しているため、赤道上空に止っていつも地球を向いている、すなわち太陽を追う「ひまわり」を連想しての命名でした。

ひまわりシリーズの1号機が1977年に打ち上げられ、9月8日の歴史的な初画像には、漆黒の宇宙に浮かぶ地球が丸く写り、日本の南海上には巨大な雲の渦、台風が映し出されていました。翌9月9日に沖永良部島において陸上における観測史上最低気圧の907・3hPaを記録し、のちに「沖永良部台風」と命名された台風そのものでした。まさに静止気象衛星「ひまわり」の時代の幕開けを象徴する1枚目の写真でした。

当時、技術者たちは1枚目の写真に円い地球が写るかどうか、ハラハラと見守っていました。前日に撮られた幻の1枚目は、多少いびつの画像だったのですが、1日かけて補正作業を行いついに、8日の円い画像を受けることに成功したというエピソードが隠されていました。

以来、ひまわりは順調に打ち上げられ95年から5号の運用が開始された現在に至っています。しかし、99年後継機の

運輸多目的衛星「MTSAT」の1号機の打ち上げ失敗にともない設計寿命の5年をはるかに越えて超えてしまい、03年5月から雲写真を観測する機能のみ米国のゴーズ9号衛のバックアップを受け、通信衛星機能はひまわりがそのまま継続して業務が続けられています。

MTSAT新1号は、太陽電池パネルの先からソーラーセルの先までが全長33m本体は、およそ2m×2m×3mの大きさで、打ち上げ時の質量は3トン、ひまわりの5倍くらいの大きさで設計寿命は5年です。

「MTSATシリーズ」は、衛星の姿勢制御方式の基本的な仕組みが違っています。1分間でおおよそ100回転の自転をすることにより軌道面に対して安定をたもつスピン方式を使っているひまわりに対して、MTSATは「3軸制御方式」といってコンピュータ制御で常に地球の方向を向ける方式をとっています。

この結果、新衛星に搭載される、雲を観測する観測器「メージャー」の方向が常に地球を向いていますので、地球を短い間隔で頻繁に観測することができます。その結果、集中豪雨などをより詳しく把握することができ、また動画もよりスムーズとなります。また新たに追加される波長3・7μmの画像では、夜間にみにくかった霧や下層雲が区別でき、夜間の台風を中心位置を決めるのに役立ち、航空機に着水の危険性

のある雲域を知ることができます。

また静止衛星とはべつに、高度およそ700kmの低い高度で地球を回る軌道衛星のノア衛星やアクア衛星などが飛んでおり、マイクロ波放射計や散乱計など多くの観測資料が得られています。成熟期を迎えた静止気象衛星の観測資料とともにそれぞれの役割を果たしながら、気候変動や集中豪雨など予報に利用されています。

+++++

ひまわりの花は、太陽を追って首を東から西に回るのは、花が咲く前までで、広いひまわり畑では花が満開となると全て東を向いて止ってしまいます。

三軸制御衛星・太陽や地球の端や星の位置を確認して姿勢センサを働かし、地球に向く方向の微妙なずれを検出して、内部のコマをまわして三軸を制御して姿勢をただす。

ノア衛星・米国の気象衛星で解像度0・9kmの可視、赤外画像などを観測しています。