

組合員の主要製品とその歴史

1. ガラス製基準温度計
2. 低温及び高温温度計
3. 家庭用計量器の変遷
4. バイメタル式温度計
5. 転倒温度計
6. 気象観測用測器
7. 浮ひょうと製作者の流れ
8. 保護枠入温度計
9. デジタル表示式温度計

1. ガラス製基準温度計

本器は計量法の第四章に規定されている基準器検査規定に合格したガラス製温度計で法定基準器として常備されるものである。

各種の温度計製作、比較検査、修理、都道府県の検定所、特定市町村、適正計量管理事業等における検定、検査、計量管理の基準器として欠くことの出来ないものである。

基準温度計は零点降下、経年変化、アルカリ溶出量が極めて少ない安定した材料パイラスガラスで作られた示度の正確なもので、一般的な形状は、二重管式で全長 400mm、外径 10mm、温度範囲は $-56\sim 360^{\circ}\text{C}$ である。

独立行政法人産業技術総合研究所(旧計量研究所)の基準器検査成韻書が付いており、基準温度計の有効期間は5年間のため、5年毎に再検査が必要である。

(1) 基準温度計の歴史

昭和24年10月15日通商産業省令第54号をもって依頼試験制度が制定された。出検数は、昭和27年度6本、昭和28年度177本であった。

昭和28年2月25日付で政令第25号基準器検査令及び、通商産業省令第3号基準器検査規則がそれぞれ制定された。出検数は昭和28年度408本であった。

平成5年11月1日で計量法第143条が施行され申請者が限定された。 $-56^{\circ}\text{C}\sim 360^{\circ}\text{C}$ を 50°C ごとに8本組となっている。有効期限が3年から5年間に変わった。

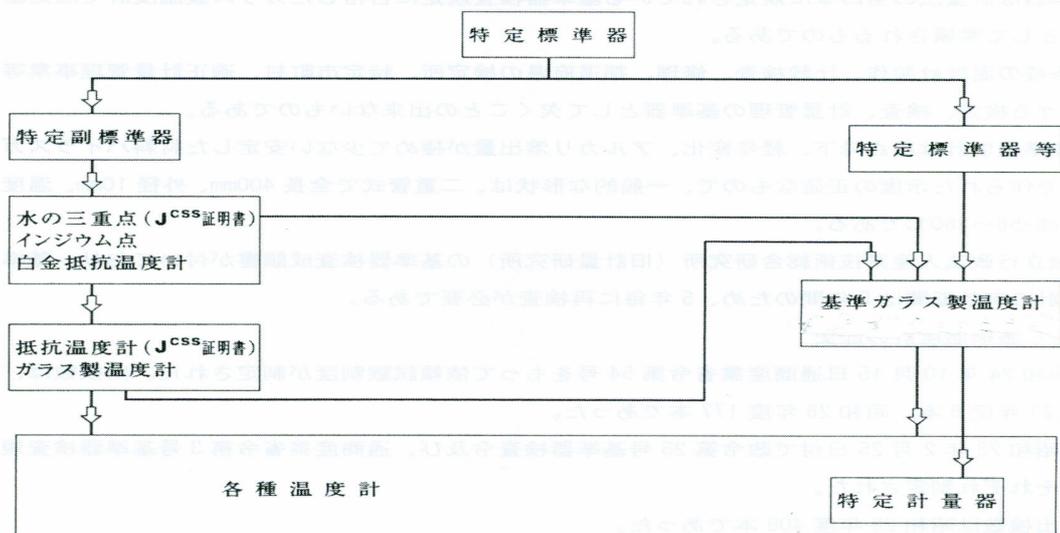
(2) 認定事業者制度(JCSS)

上記計量法の経過措置が平成8年10月31日と平成10年10月31日付で終了し、それぞれの計量法の規定に基づき認定事業者制度がたちあがった。

認定事業者(JCSS)は国家標準とトレーサビリティのとれている校正機関で、JCSSロゴマーク付の校正証明書を発行することが出来る。

基準温度計の検査を受けることが出来ないユーザー等は、認定事業者の校正を受けることが出来る。

温度標準供給体系図



下向矢印 (⇩) の全てを上向矢印 (⇧) にすればトレーサビリティ体系図になる。

(3) 材質

基準温度計の材料はパイラスガラスを使用しているが、よくパイラスガラスはアメリカで開発されたパイレックスガラス (AGCテクノグラス(株)) が同一と思いきいの人がいるが、パイラスガラスは、エナ 59Ⅲガラスの SiO₂ を徐々に増加し、同時に Na₂O を減少させて到達した棚珪酸ガラスに属するものでその組成は表-2 に示す。

零点降下、経年変化、アルカリ溶出量の極めて少ない安定したガラスでその特徴を次に上げる。零点降下と経年変化に大きく影響のある膨張係数表-1 と組成表-2 と零点降下を表-3 に示す。

表-1 温度計用ガラス膨張係数、変態点、軟化点

| | パイラス | エナ 16 ^m | ぎよく板 |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 平均膨張係数 室温～200℃ | 53.0×10 ⁻⁷ | 87.4×10 ⁻⁷ | 94.5×10 ⁻⁷ |
| 変態点 (℃) | 540 | 517 | 463 |
| 軟化点 (℃) | 630 | 607 | 568 |

表-2 温度計用ガラスの組成 数字は百分率(%)

| 酸化物 | 酸化硅素 SiO ₂ | 酸化硼素 B ₂ O ₂ | 酸化ナトリウム Na ₂ O | 酸化アルミニウム Al ₂ O ₃ | 酸化カルシウム CaO | 酸化亜鉛 ZnO |
|--------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--|----------------|-------------|
| パイラス | 75 | 11 | 7.5 | 6.5 | | |
| エナ 59Ⅲ | 72 | 12 | 11 | 5 | | |
| エナ 16Ⅲ | 67.5 | 2 | 14 | 2.5 | 7 | 7 |

表-3 零点降下

| | |
|--------|-------------|
| パイラス | 0.01°C |
| エナ 59Ⅲ | 0.03～0.04°C |
| エナ 16Ⅲ | 0.04°C |

(4) ガラス製基準温度計の種類

A. 基準水銀温度計

－56～360°C迄のうち、一定の範囲の温度を表す目盛線が付いたものであって、且つ零度の温度を表す目盛線の付いたものである。目幅は棒状が0.5mm以上二重管は0.4mm以上である。

最小目量が0.05°C、0.1°C、0.2°C、0.5°C、1°Cのもので全長700mm以下であること。－38～56°Cの低温では水銀が凝固点をこえるため、タリウム金属を混合する事によって－59°C迄凝固しないので－38°C以下に水銀タリウムアマルガムを感温液として使う。

B. ガラス製基準体温計

温度範囲は0°C、33～43°C迄のうち、一定の範囲の温度を表す目盛線が目盛られたのである。

目量0.05°Cで精度の高いものであって、基準体温計は、ガラス製体温計、電子体温計の製造事業所、検定所、病院等で使われている。

体温計の検査以外にも、精度が高いので広く使われている。

(5) 目盛加工

目盛は、人間で言えば目に当たる重要な部分であり、わずかな誤差も許されない。

目盛を刻むのは、目盛加工機(旋盤を手動化し、手回しで動かす)のハンドル操作を丹念に繰り返す。0.1°Cの間隔は0.42mmである。

リズムが安定していないと誤差が生じる恐れがある。誤差はわずかであっても、与える影響は大きく、検査にも合格しない。このハンドル操作をすべて勘によって行う。

いったん作業に入ると、中断することも出来ない。もしもリズムに影響すると他の作業員に迷惑を掛けることになる。

(6) 経年変化、エージング

温度計用ガラスの必要条件として、経年変化の少ないことが要求される。

即ち、製品となった後、年月の経過により、徐々にガラスの収縮が起こり、玉部の体積が減少する結果、指示温度が製作時よりも高温を示すようになる。

ガラス製温度計においては、球部容積の減少を来たすものであって、これはガラスの本質的な性質である。この経年変化の大きさに影響を与えるガラス中の成分は、酸化ナトリウム(Na₂O)、酸化カルシウム(CaO)等のアルカリ原料であり、それぞれが単独で用いられる場合よりも、両者が

共存する時に特に、経年変化が大きくなることが知られている。

成分的な規制のみでは、経年変化を小さくすることは可能であるため、熱処理により、人工熟成(エージング、380℃～400℃)の方法がとられる。

2. 低温及び高温温度計

ガラス製温度計の製作温度範囲は、凡そ-200～650℃である。このうち基準温度計の範囲は-50～360℃であるので、-50℃より低い温度域(以後、低温という)と 360℃を超える温度域(以後、高温という)について述べる。

なお、この温度域は、基準温度計がなく、国家標準にトレースするためには、独立行政法人産業技術総合研究所(旧計量研究所)の依頼試験成績書付の温度計又は JCSS 校正証明書付の温度計を標準として行う必要がある。

(1) 低温温度計

水銀は-39℃で凝固、タリウムアマルガムでも-60℃位で凝固するので、低温温度計は一般に有機液体を使用する。その温度域により感温液は異なる。

-50～100℃: エチルアルコール

-80～100℃: トルエン

-100℃以下: ペンタン系

市販されている有機液体のうち、最も低温の融点をもつものはイソペンタンで、融点は-158℃であるため-150℃迄の温度計は容易に製作可能であるが、昭和 40 年頃から、液体窒素(沸点-196℃)が幅広く使用されるようになったため、それに伴い-200℃迄測定できる温度計が要求されてきた。当時、我が国にはこのような低温を測る温度計は製作されておらず、ドイツ製のものが使用されていた。組合員である三須計量器はこのイソペンタンに石油系ガスを吹き込むことにより、融点を下げ-200℃用温度計の製作を開発した。

デジタル温度計が普及した現在でもこの温度計は経年変化が少なく、何年も使用できなどの理由からか根強い需要があり、企業や大学で食品の乾燥凍結、生体の凍結貯蔵、低温における材質検査、超電導の実験など、幅広い分野で使用されている。

| 温度 | 水銀の蒸気圧 |
|------|--------|
| 300℃ | 0.3 気圧 |
| 350 | 0.9 |
| 400 | 2 |
| 450 | 4 |
| 500 | 8 |
| 550 | 14 |
| 600 | 23 |

| | |
|-----|----|
| 650 | 35 |
| 700 | 52 |

(2) 高温温度計

水銀の沸点は 1 気圧下では、357℃であるが、飽和蒸気圧以上を加圧することにより、650℃迄の温度計を製作できる。(表参照)

ガラスの耐圧の関係で、650℃(35 気圧)が限界であるが、感温液にガリウムを使用しガラス材に石英ガラスを使用すれば、1000℃用温度計も製作できる。しかし、最近ではデジタル温度計が比較的安価なので、現在はガラス製温度計の 1000℃測定用は製作されていない。

高温温度計は船舶や発電装置のディーゼルエンジンの排ガスの温度測定などに大量に使用されている。

3. 家庭用計量器の変遷

室内温度計の名称は時代につれて変化し、古くは「寒暖計」「板付寒暖計」「室内寒暖計」と呼ばれていた。

温度計が日本に伝わったのは江戸時代の明和 2 年(1765 年)にオランダからという。

その 3 年後に平賀源内の「寒熱昇降器」、さらに高野長英の「験温管」等が作られている。「寒暖計」は明治時代に福沢諭吉が物理学書に採用したのが始まりで、「温度計」の名称が使われるようになったのは昭和 25 年に地上気象観測法が改正された以後からである。

室内温度計の用途は時代とともに多岐にわたっている。家庭用としては室内温度の測定や、冷暖房運転の指針として使われている。

昭和の第一次オイルショック、続く第二次オイルショックで、時の政府はエネルギーの節約から暖房 18℃・冷房 28℃を奨励し、それに沿って該当する温度に矢印や「冷房」「暖房」の文字をつけ「省エネ寒暖計」の名称で製造されたこともあった。

産業用としては農業での温室・ビニールハウスの温度管理に、又は穀物貯蔵倉庫の温度コントロール等に多く使用されている。その他畜産関連では鶏の飼育、採卵鶏舎の管理、又は養豚・乳牛の飼育環境の管理に使用されている。

さらに多くのオフィス・工場などでも適所に温度測定用として使用されている。

家庭用・産業用のほかに教材用としても多く使用されていた。一時は教材副読本の出版社が

理科・科学誌の付録品として温度計を添付したこともあり、又夏休み日記に日々の気温を記入する欄があり殆どの小学生が一度は購入していた。しかしながら文部省の指導要綱が変わり夏休みの日記がはずされてからはその用途は皆無になった。

室内温度計は古くから広告媒体として広告温度計の需要があり、一流企業から街の小売

店まで広く用いられていた。温度計は長い寿命を持つことからそれに施した社名等の広告文も長期間の広告効果を持つことになり、数多く生産されたが昨今は需要が減少している。

板付室内温度計はガラス管(ガラス温度計)、台板、目盛等により構成されている。

これに使用されるガラス温度計はプリズム状断面をもった毛細管を用いて感温部を球状に加工していた。これは感温部の体積を決定することが容易であるためと考えられる。

古くは自社で使用するガラス管をそれぞれ社内で手作り製造していたが、現在では自動機械によってガラス管を専用に製造して各社に供給するメーカーも出来て、殆どの温度計会社はガラス管をパーツとして購入している。

台板には木材、金属、合成樹脂等が用いられているが生産数量の多くは木材を使用している。台板は精度確保のために温度湿度による伸縮が少なく、且つ加工性の点から「朴(ホウ)」や「桂(カツラ)」材が主に使用されていた。この木材は需要が少なく「下駄の歯」「刃物の柄(エ)」「コタツの櫓(ヤグラ)」等に使われていたが戦後暫くして家庭電化商品の「電気コタツ」の櫓材として大量の需要が起り、大手家電メーカーがひと山単位の買い付けを行い、小規模企業の温度計メーカーでは入手が困難になった。又この木材は資源として少なく短期間で枯渇し他種の国産材へと移行する一方輸入材も併せて使用するようになった。全長 60 センチ以下の中、小型の温度計は「アルマシラ」等、60 センチを越える大きな温度計には節無しの材が容易に得られることから「ラワン」を使用するケースが多くなった。一方で「合成樹脂」を使用した温度計も多く出回り、デザイン、色彩等で木材使用の製品にくらべて優れた点が多く、温度計本来の温度測定から室内インテリアとしての特徴を強く出した製品へと移って行った。

目盛に関しては目盛線、数字等の印刷工法がいろいろな要因によって変化してきた。

ガラス素材が手作りであった時代はガラス管が均一を欠き、出来上がったそれぞれの度間に合わせて目盛線を一本ずつ烏口で引き、数字等はゴム印を使って押していた。

ガラス素材の精度が向上して同一度間のガラス管が量的に得られるようになってからは、度間に合ったゴム版を用意して活版印刷機により印刷を行っていた。又大型温度計にはスクリーンプロセス印刷やオフセット印刷を用いていた。

ガラス管の機械生産により均一度間のガラス管が供給されるようになってからは、目盛版の数も少種類で済むようになり目盛を印刷したフィルムを貼り付ける工法も接着剤の開発と相俟って用いられた。

ディーゼル用温度計は船舶、車輔等のディーゼルエンジンの温度管理のために開発され、赤液棒状温度計は理化学及び学校教材用、一般家庭用等として多くの温度測定に用いられている。

これらのガラス製温度計も古くはそれぞれの度間により、ディーゼル温度計は目盛板、棒状温度計は本体に手引きにより目盛線や数字を引き、フッ化水素で処理をして線や数字に特殊な墨をいれて製作していた。

昭和 40 年代後半にはディーゼル温度計では毛細管が機械生産によりガラス管の内径等

の品質が上がり、少数の度間でも生産が容易になった。それにともないディーゼル温度計では目盛板もエンビ板やニューム板などに印刷した物が使用されるようになり、生産本数も飛躍的に伸びるようになった。

一方赤液棒状温度計も手引きの腐蝕目盛から特殊なインクでシルク印刷し、それを高温の炉で焼き付けるときの焼き付け目盛が出来るようになった。

これは安価で大量に生産ができ、製品の目盛は薬品にも強く通常の使用では目盛が消えないという利点があるので、急速に広まりを見せ現在に至っている。

昨今は室内温度計、ディーゼル温度計、赤液棒状温度計はデザイン的にも優れたバイメタル温度計やデジタル温度計にシェアを奪われるようになり、平成になってからは輸入品の流入が問題視されてはいるものの年々増える一方で、これに伴い国内生産は益々減少している。

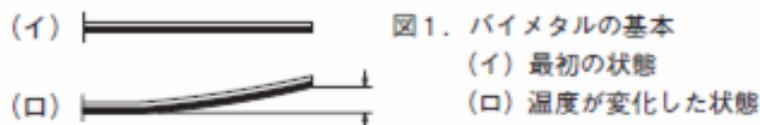
4. 工業用バイメタル温度計

バイメタル温度計はガラス製の温度計に比べて細かい温度測定は出来ませんが、金属の特徴を最大限利用し、すべてが金属の加工により組み立てられたメカニカル温度計です。そのために堅牢かつ強固な製品となっております。このことが工業用バイメタル温度計としての分野に分けられている所以です。文字通りバイメタル温度計は温度変化に応じて湾曲する金属接合板で、熱膨張係数の異なる二種類あるいはそれ以上の金属または合金を適当な方法により堅固に一体に接着して板状に仕上げたものです。バイメタルは温度が上がりますと、熱膨張係数の大きな方の金属がより多く伸びますから熱膨張係数の小さい金属の側に曲がります。この変位を利用して温度を測定したり、変形による機械的エネルギーを利用して接点を開閉して熱源又は電源を加減し温度のコントロールを行ない、あるいは他の機構を働かせて機械や設備を保護することが出来ます。バイメタルの応用方法には大まかに三つあります。

(1) バイメタルの応用方法

① 板状のもの。(図1)バイメタルの膨張により板の反り返る力を利用します。スイッチ関係に利用されますが、この業界では自記温度計に利用されております。

原理・構造：



第1図

- ② 渦巻形のもの。(図 2) 巻いたバイメタルが平面上で動く。家庭用の温度計関係に利用されています。
- ③ 蔓巻形のもの。(図 2) 主に蔓巻形のバイメタルは細いパイプ内に収納出来、ゼンマイのように回転運動を得ることが出来ます。バイメタルの板を細長く切断しゼンマイ状に巻きその一端を中心に置き心棒の下端に溶接します。又心棒の上端部には指針を打ち込みます。外部より熱が加わりますとパイプ内でバイメタルが膨張しねじれ回転し、心棒が回転することによって指針が目盛り板上で回転しその温度を指します

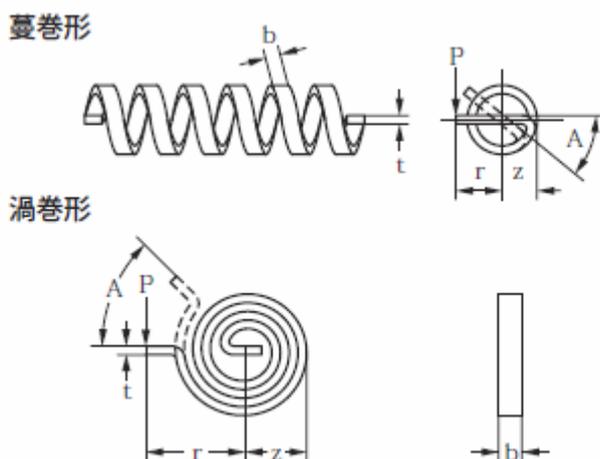


図2. 温度計用バイメタル
つる巻状 (ヘリカル)

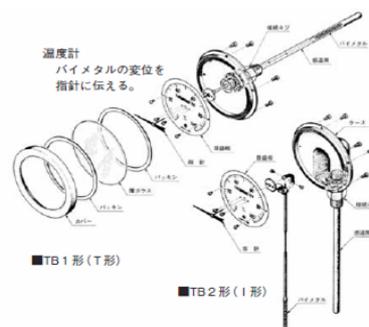
(2) 工業用バイメタルの形式。

工業用としては螺旋状を多く採用しております。ガラス温度計の細さを受け継ぎ、ガラスの脆さを解決し、時計のように温度を確認できる画期的な温度計といえます。この温度計には二つのモデルがあります。

- ① 横型(T形とも呼ぶ)。1-③を参照下さい。
- ② 立型(I形とも呼ぶ)。立型の場合の一つの工夫が取り入れられています。それはバイメタルによる直線の運動を途中で 90° の角度に変える方法です。これにはスプリングを使用します。バイメタルによって伝達された心棒の回転はスプリングを通じて指針に伝えます。立型にはこの方式が採用されております。

(3)バイメタルの仕様。このバイメタル温度計にも使用の限界があります。

- ⑥ 温度の上限です。膨張の MAX 温度が 500°Cです。
- ⑦ 感温部の長さについても 600mm位を限界としております。この長さの限界は心棒が長くなればその重量が直接バイメタルに負荷がかかり温度精度に影響されてきます。又温度精度を見極める為の温度検査槽の深さ



にも関係するため限界となります。

工業用バイメタル温度計は用途に応じて、耐圧の問題、取り付けネジの有無、材質の指定、感温部の長さ等を自由に選定出来、また製作できます。単純な原理な故にコストも低く抑えられ、広くプラントメーカーや機械の部品として採用されております。

規格については JIS B 7542 に制定されておりましたが、2001 年廃止となりました。

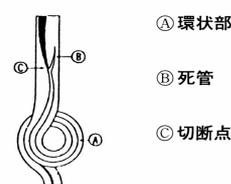
参考資料

長野計器株式会社 カタログ

富士バイメタル株式会社 カタログ

5. 転倒温度計

転倒温度計は水面下の任意の深さに於ける水温と水深を計る目的で考案された特殊な機能を持つ硝子製水銀棒状温度計である。球部に近いガラス毛細管内の一部には加工により二又の狭陰部が設けられている。二又の一方は先端が封じられているので死管、他方は球部からの水銀が自由に通過出来るので括管と名付けられている。この二又の毛細管の交叉点を切断点と称し、温度計を球部を下に正立の状態から球部を上を倒立の状態に転倒すると、真空にしてある毛細管内の水銀糸は切断点のところで切れて球部とは反対方向の毛細管の他端に落下して保持される。その後球部の水銀との接続を絶ったままで、保持された水銀糸を温度目盛で読み取れば転倒時の温度を求めることが出来る。厳密に言えば切断された水銀糸も転倒時と読み取り時の周囲の温度の違いにより伸縮するのでその補正のために、周囲温度測定用の通常の水銀棒状温度計が添えられ、転倒温度計本体を主温度計と呼ぶのに対して付着または副温度計と呼称している。



転倒温度計には機能上大別して防圧式と被圧式の 2 形式がある。防圧式は肉厚ガラスの外管の中に主・副両温度計共に密封されて温度計球部には直接水圧が加わらないため現場の水温を指示する。これに対し被圧式は外部に開放されたガラス管内に納められ球部に直接水圧が加わるために、水圧により球部が圧縮する分だけ水温より高い温度値を指示する。

防圧式と被圧式の両方の転倒温度計を一緒に水中の同一場所で転倒させれば防圧式の示度から水温が、また被圧式と防圧式の示度の差から予め校正された圧力係数（単位圧力あたりの示度上昇値）を用いた計算により水圧即ち水深が求められる。

種類としては精密測定用の深海転倒温度計、河川・湖沼・浅海などの簡易測定用の副温度計のない単管式転倒温度計および小型転倒温度計がある。

転倒温度計の最重要部である切断点の構造には、大別して英国ザンブラ式と独逸リ

ヒター式の2方式が知られている。

転倒温度計の原型は1874年(明治7年)英国のNegrettiandZambraによって作られ、その後独逸のRichter und Wieseによって飛躍的に優れた製品が開発された。日本に於いては、ザンブラ式のものはかなり早く大正2年頃から国内数社において製作されていたが、リヒター製品が輸入されその優れた精度と卓越した技巧に刺激された渡部七郎(渡部計器製作所初代社長)が、苦心研究の結果独自の技法により1935年(昭和10年)には、リヒター製と性能類似のものそして翌昭和11年には同等性能のものを完成した。その後気象台の検定精度の改善(昭和11年には5/100°C、昭和12年には2/100°C、昭和13年には1/100°C)とともに温度計の測定精度も向上し昭和13年には実質的に実用の投階に達した。

当時として潜水艦の航行にも重要な意味を持つ水温測定に使用される転倒温度計の国産化は世界大戦の影響で輸入が困難となりつつある状況の中で急務となっていた。そのため渡部七郎の必死の努力は海軍水路部、気象庁、水産試験場、水産講習所、商工省など関係機関の諸先生方の懇篤な指導と熱い期待に支えられ初の国産化の成功となって報われた。

終戦後は米国海軍からの受注を始めとして、日本海洋学会の目覚ましい発展と国際化を背景として、日高孝次博士をはじめ国際的に活躍される諸先生方の紹介により、広く海外に輸出されるようになった。

昭和33年1月渡部七郎の病没によりその技法は後継者の仙台社長渡部勉に継承され、更に、深海1万米まで測定可能な転倒温度計の製作やエナ2954硝子の採用による経年変化の改善等がなされ、またソ連、中国、オーストラリア、ノールウェイ等の国々にも輸出が行われた。

戦後、吉野新之助(吉野計器製作所初代社長)は、渡部七郎の技術の継承を危ぶむ関係者の薦めで転倒温度計の製作に取り組み、渡部七郎の技法を模して完成させた。そしてその製品を特徴付けるため主温度計の目盛部に透明の硝子毛細管を使用し、背面に目盛を刻み、背面一部を乳白色にした透明な硝子外管の中に取り付け、乳白色の背面の中に水銀糸頭が目盛り線により隠蔽されることなく精度良く示度が読み取れる構造のものとした。

(有)吉野計器製作所も国内海洋・水産関係機関に納入するのみならず海外にも輸出して、(株)渡部計器製作所と共に海洋学の発展に貢献した。

現在は、海洋観測の水温測定の主流は電気式温度計となっている。

因みに転倒温度計の製作者は世界的にも極めて少なく、前記以外では米国のKALSICO(KahlScientificInstrument)、独逸のKurtGohlaなどが知られている。

6. 気象観測用測器

気象観測と観測用測器

天気予報・予測はわれわれの生活に最も密着した情報の一つである。毎日の天気の状態、台風・大雨情報などは、社会・経済活動、防災活動などに大きな影響を与える。

長いスパンでは、地球規模の温暖化や気候変動、オゾン層や地球環境破壊などにも警鐘をならしている。

このような予報・予測を行うためには気象の観測が重要で、しかも長い期間の高品質なデータの収集・比較・検証・蓄積が必要である。

観測データをを得る場所を大きく分けると海洋、地上、高層とあるが、特に近年は高層における気象衛星や地上からのレーダ情報が重要視されるようになった。それぞれの場所の温度、湿度、気圧、雨量、風向・風速、日射などの観測を行い、観測の目的に応じて各種の観測用測器が使われる。

気象観測体制とその確立

我が国で測器を使って気象観測を始めたのは江戸時代後半からであるが、組織的に行われたのは明治 4(1871)年の各燈台、同 5 年の函館気候測量所、同 7 年の海軍観象台が観測を始めた頃からである。また同 8(1875)年 6 月 1 日に内務省地理寮量地課(赤坂区葵町)に「東京気象台」を創設して、明治政府が観測の主な目的を“農業と航海への利用”として、政府のお雇いイギリス人・ジョイネル(H. B. Joynell)によって 1 日 3 回の正式な定時気象観測が始められた。現在この日を気象庁の始まりとして気象記念日にしている。

東京気象台(明治 20 年に、中央気象台に格上げ)は、その後組織的な変遷を経て現在は気象庁として国土交通省の外局となっている。

法規制・検定とのかかわり

気象測器は国の検定制度と深くかかわっている。東京気象台が設立されたときからで、ジョイネルは在任期間(気象台設立以前の明治 6～10 年の退任まで)を通して第一回国際気象会議(明治 6 年)などの決定に従って測器の基準との比較と観測方串の統一を力説した。そのため日本の気象界は気象台の創設期から検定を重視して外国製でも検定の有無を確認し、無検定品は検定付品と比較検査して使用するようになった。

気象測器の検定について最初に明文化されたのは明治 20(1887)年の内務省令によるものであり、同 22(1889)年には気象通報が義務づけられたのに伴い、船舶に使用する測器は中央気象台又は近くの測候所で比較検査の実施が勧告された。

また同 23 年に中央気象台の官制が公布され検定業務は同気象台観測課の所管となったが、当時は検定技官が標準器を携帯して全国を巡回し比較検査をした。検定の対象となったものは主に温度計のほか気圧計、風速計などで輸入品の標準器を用いた。

検査はそれぞれの測器を実際に使用する状態で行うことが多かった。ガラス製温度計は検定槽を用いたが、攪拌は足踏み旋盤のように人力で行い、明治 30(1897)年から石油発

動機で攪拌する検定槽が導入された。

明治後半から大正初期にかけて自記測器が国産化されて普及し始め検定数は増えたが検定装置は未だ不備で、自記湿度計の飽和槽と雨量計の検定装置が設備された程度であった。

大正 11 (1922) 年の度量衡法(計量法の前身)改正により温度計の製作には農商務省の免許が必要になりその取得は難しかった(現在は免許制から許可制を経て届出制に)。

その後も検定について個々の取組みや変遷はあるが、昭和 27 (1952) 年に現在運用されている「気象業務法」が制定された。同法には「気象庁以外の政府機関及び地方公共団体が気象の観測を行う場合は、運輸省令で定める技術上の基準に従ってこれをしなければならない。」と規定し、気象の観測に使用する測器は原則的に「気象庁の検定に受かったものでなければならない。」と定めている。これに基づいた「気象測器検定規則」によって気象測器の検定が行われているが、対象になる測器は温度計、湿度計のほか気圧計、風速計、雨量計、日射計、雪量計の 7 種類(当初はこのほか海水ビュレット、海水ピペット、比重計を加えた 10 種類)である。それぞれの測器には検定公差のほか材料、構造等が規定され、検定に合格した測器には証印を押すとともに検定証書が発行される。また測器には検定の有効期間も決められている。

このほか同法は「委託検定制度」も設けてあり、風向計、日照計など 16 種類を受付けている。平成 4 (1992) 年には「型式証明制度」がとりいれられた。また、気象業務法の改正に伴い平成 16 年 3 月には「登録検定機関制度」が導入され、現在では気象庁での検定実務に代わって、登録検定機関にて検定実務が行われている。気象庁の登録検定機関としては、(財)気象業務支援センターが気象測器の検定業務を行っている。

気象測器と国際比較

国連機関の一つで気象関係を統括する WMO (世界気象機関:1950 年設立、日本は 1953 年加盟)は各測器や観測方法等について各種の勧告を行い、各国が分担して基準を確保するなど整合性のある観測データの取得を目指している。日本の気象庁もその一翼を担い、アジア地区の地区測器センター(RIC:世界 6 地区に 13 カ所設置)に指名されて地区内の気象測器や技術の標準化、測器の相互比較および技術研修などを行っている。

このうち温度計(検定基準器は標準白金測温抵抗体)と気圧計(空気式重錘型圧力計 50 ~1150hPa)基準器の校正は産業技術総合研究所で行い、国家標準を通じて国際標準とつながっている。

湿度計について WMO は通風乾湿計を基準にしている。気象庁でも従来はガラス製温度計を用いた気象庁 2 号型通風乾湿計を基準にしていたが、近年の計量法・トレーサビリティ制度に従い、鏡面冷却式露点計を使用することになっている。諸外国では従来どおり通風乾湿計を基準にしている国が多い。

日射の基準器には絶対放射計(直連日射計)を用いている。5 年毎にスイスにある世界放

射センターが保有している世界基準器群と校正する。

風速計と雨量計は世界的に整合性の取りにくい測器である。風速計も雨量計(世界で 50 種類程度あると言われている)もそれぞれの国によって大きさや形、材質等が違うので、時定数や捕捉率などに影響して整合性のある観測データが取りにくいためである。

気象庁の風速の基準は、ピトー管と超音波風速計を接続して風洞風速を測定して風速値を定めている。また雨量計は受水口径(日本は 20cm)にそれぞれ対応する体積標準としてのガラス製特殊ピペットで、東京都の受託体積検査に受かったものを使用している。

気象測器の製造者たち

東京気象台設立時に使用していた測器は、イギリスのカセラ社製・キュー気象台の検定付品が多く、後にフランスのリンヤール社製がおもになる。明治 10 年代の中頃には簡単な雨量計、風向計は国産化されるようになった。明治後半から大正時代にかけて自記測器の国産化が進み、温度計、湿度計、気圧計、雨量計、風力計、風信器などの技術も進歩して品質は輸入品を凌ぐほどになる。需要も測候所の新設や軍需により増加した。

第二次世界大戦時は工場生産が一般的に軍需品に切り替わるが、とくに気象測器は重要なため関係会社は軍の管理下に置かれて生産は継続された。

もともと我が国の気象観測用測器は輸入品に頼っていたが、第一次世界大戦(大正 3・1914 年)は輸入品の入手を困難にし、そのことが国内の製造業者の育成に役立った。

鈴木金一郎(東京鈴木・初代)は中央気象台員であったが同台を辞し、明治 24(1891)年に現在も使用されている標準的なフォルタン型水銀気圧計の国産化に成功した。同気圧計の使用には温度補正が必要なことから気象用温度計の製作を始めた。

横山鶴松(東亜計器・初代)は明治 37(1904)年に温度計の製造を開始した。創業当時から精密温度計を製作、とくに基準・標準温度計の製作および温度標準関連設備の開発を進め、昭和 58 年に高層気象観測用サーミスタ温度計などを開発している。

渡部七郎(渡部計器・初代)は大正 6(1917)年に創業したが、創業前から転倒温度計の国産化を研究、大正 2(1913)年にザンブラ型の試作をはじめ、昭和 8(1933)年にはリヒター型の試作を完成させた。昭和 13(1938)年頃には 1/100°C の精度に到達し海外でも用いられている。

大田彦市(大田計器・初代)は大正 8(1919)年に創業した。創業時はガラス製温度計を主製品にしていたが、大正の後半から第二次大戦時にかけては関東大震災の影響や軍の要請などもあり、地上・海洋・高層の気象観測用測器全般にわたって手がけている。

戦後は地上気象測器を主製品(航空部門、バイメタル温度計部門は別に)にしている。昭和 34(1959)年に自記気象計器(5 器種)の日本工業規格表示工場の認可を取得したが、他に許可工場がなかったこと、JIS ゼロベースの見直しで平成 6(1994)年に辞退した。

吉野新之助(吉野計器・初代)は大正 4(1915)年にガラス製温度計の製造に携わったが単独の事業を開始するための製造許可を得たのは昭和 26(1951)年である。昭和 11(1936)年

にラジオゾンデに使用する切断温度計の水銀充填法を発明、国産化に成功したが、その後も最高温度計の留点や転倒温度計の目盛を二重管式にしたほか、アスマン通風乾湿計など各種気象用温度・湿度関連機器の改良発明をつづけている。

参考文献

気象百年史・資料編:昭和 50(1975)年 気象庁

気象業務関係法令集・気象庁監修:平成 8 年版 ぎょうせい

気象研究ノート第 185 号 気象測器—地上気象観測編:平成 8(1996)年 日本気象学会

海洋観測物語・その技術と変遷 中井俊介:平成 11(1999)年 成山堂書店

温度計年表・藤原 泉:平成 12(2000)年

7. 浮ひょうとその製作者の流れ

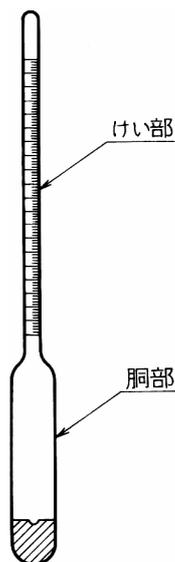
◎浮ひょうとは

浮ひょうとは浮きばかりの総称で、ほとんどがガラス製である。

形は、浮力を持たせた下部になる胴部と、上部になる目盛部のけい部からできている。下部の錘りの調整はなまり玉等を入れ、綿等で固定している。けい部には目盛紙が挿入され、その目盛によって、いろいろな単位の浮ひょうになる。

密度目盛の密度浮ひょう、比重目盛の比重浮ひょう、比重から換算された重ポエメ度浮ひょうや日本酒度浮ひょう。また濃度目盛ではアルコールの体積濃度を表した酒精度浮ひょう、しよ糖の甘さを目盛したしよ糖度浮ひょうなどがある。

◎浮ひょうの一般的な形状



けい部 目盛紙を挿入する

目盛紙には密度、比重、重ポエメ度、日本酒度など、あるいはアルコールの体積濃度である vol%、しよ糖の甘みの単位しよ度等、必要な単位の目盛りで表記する

胴部 浮ひょうの下部には目盛(浮力によるもの)のための錘りとし鉛玉等で調整し、綿等で固定してある

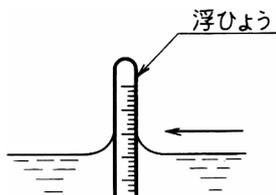
◎浮ひょうの使い方

シリンダー(無地が使いやすい)に液体を入れ、そこに浮ひょうを静かに浮かべる。

液面と交差した点の目盛を読みとる。

◎浮ひょうの目盛りの読み取り方

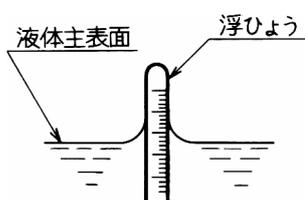
上縁視定



図に示すようにメニスカス(液表面がつくる凸状または凹状の曲面)の最上端を読む方法。

浮ひょうの目盛部に視定方法の表記がないときは、(旧計量法下の製品)この方法による。現計量法では視定を表記するよう規定されている。

水平面視定



図に示すように液体主表面と目盛との交点で読む方法である。

初めに目を液面より下に置き、長円に見える液面まで、目を次第にあげて、一直線になったときに読みとる。浮ひょうの目盛部に、水平面視定あるいは水平面示度の表記をするよう計量法に規定されている。

◎浮ひょうの標準温度 浮ひょうの目盛りを定めた時の温度

| | | |
|-----------|-------|----------------|
| 密度浮ひょう | 15℃ | あるいは表記された指定の温度 |
| 比重浮ひょう | 15/4℃ | 〃 |
| 重ボーム度浮ひょう | 15/4℃ | 〃 |

◎浮ひょうはいつ頃からあるか

1714年にアルコール温度計に変わり、初めて水銀温度計を作ったドイツの科学者であるファーレンهایت(華倫海)が、比重計を作ったと言われている。西欧ではワイン等の洋酒の為に使われたと思われる。

日本ではいつ頃からあるかは定かではないが、江戸時代末頃の佐賀鍋島家の買い物帳にはボーム計の購入履歴があり、使われていたようである。明治時代にはすでに製作されていたようで旧制高等学校の物理実験器具のリストには島津製の名がある。

大正10年からは計量器として度量衡法のもと、検定の対象となっている。

◎浮ひょうの用途

浮ひょうの用途は液体の管理にある。密度、比重を量ることによりその体積、質量あるいは品質を知ることができる。例えば、酒精度浮ひょうはアルコールの濃度管理のため、全国の酒造家や税務署などで使用されている。

また浮ひょうと同じ原理でニコルソン秤があり、貴金属、特に貨幣の品位測定用に輸入さ

れていたようであるが、現在は殆ど使用されていない。

◎浮ひょうの種類

浮ひょうの基本は密度である。密度から比重へ換算され、比重から重ボーメ度や軽ボーメ度、API 度などに換算され、各種の浮ひょうとなる。またアルコール濃度、しよ糖度も密度と対応している。これ以外にもトワデル度や牛乳度などの目盛を付けた浮ひょうがある。

日本酒度という目盛は日本酒の甘辛を判定するためのもので、ボーメ度から計算された日本独特の目盛の浮ひょうである。

密度浮ひょうには耐圧型のものがある。これは液化石油ガスの密度を量るもので、シリンダーではなく耐圧容器の中にこの浮ひょうを入れ密閉し、そこへ液化石油ガスを液体の状態で採り、その密度を測定するものである。最近では液状のジメチルエーテルを計量するものも開発されている。

◎どのような人が携わってきたか

現在の製作者から流れを遡ると以下の方々がおられたようである。

時代は平成、昭和、大正、明治となるが活躍された時代はそれぞれである。

(有)木村計器製作所 木村光一

木村光一←木村達三郎←吉次徳太郎←塩谷馬次

木村達三郎は吉次徳太郎の元で修行する

達三郎は横田四郎の弟弟子

達三郎の弟、木村竹栄が木村計量器製作所を作るが死去により廃業

達三郎子息、光一はトヤマ計器(株)に勤務後創業

(株)東京百木製作所 山崎 昇

山崎 昇、故山崎 昭司(弟)が製作に係わる

(有)山田特殊計器製作所 山田基夫

山田基夫←山田勘助←塩谷馬次

山田勘助が塩谷馬次の元で修行する

塩谷馬次は勘助の義叔父

基夫は勘助の子息

(株)横田計器製作所 横田賢次郎

横田賢亮←横田賢次郎←横田四郎←吉次徳太郎←塩谷馬次

横田四郎は吉次徳太郎の元で修行する

四郎の兄弟子に駒村安吉、弟弟子に木村達三郎

賢次郎は四郎の子息、

(有)若色計器製作所 若色弘

若色弘←若色鉄三郎←若色福太郎←塩谷馬次

塩谷馬次の元で修行した若色福太郎の夫婦養子が鉄三郎

弘は鉄三郎の子息

塩谷馬次の後継者は不明

吉次徳太郎は関東大震災で死去、子孫は別の業種に従事

(有)駒村計量器 駒村安吉が創業、子息義一が継承したが死去により廃業

芳川計器工業(株) 平成17年亮の死去により廃業

(株)緒方計器製作所 平成19年より製造・販売は終了し、営業はしていない。

浮ひょうの製作者は少なく、(技術の集約はできそうであるが?)、創業者はすで他界しており

直接の話を聞くことはできない。塩谷馬次、吉次徳太郎はともに長崎の出であり、緒方善雄は長崎の人から修行したらしい。

やはり新しい科学技術は鎖国時代唯一の窓口であった長崎から来たのであろうか。

平成13年の50年の歩みから10年を経て、製造業者は減少している。

◎今後の問題点

現在の製作者は高齢化しており後継者の問題を抱えている。

浮ひょうそのものは無くならないだろうが、相対的に需要は減っており、新しい需要を探り、掘り起こす必要がある。

8.保護枠入温度計とは

本器は昔から使われている金属保護枠入温度計で、棒状温度計・二重管式温度計・金板付温度計等のガラス製温度計を金属パイプやダイキャストなどを加工した金属ケースに、取り付けましたものです。形状も数種類あります。

温度計をケースに取り付けることによって、破損を少なくします。

これらの保護枠入温度計には、設備配管などに取り付けられるように、ほとんどのものがネジ付になっています。

現在は保護管式が多く、衝撃や温度の上げ過ぎ等で温度計が破損しても、保護管を残して本体を外して温度計を交換することができます。

保護管の材質は、真鍮製やステンレス製、チタン製等があります。

これらの保護枠入温度計は耐久性に優れ、示度も正確に読み取ることができます。そして

安価なため各方面に幅広く利用されています。

標準品は赤液を使用していますが、屋外用に使用されると色が抜けやすいので、耐光性の高い青液を使用します。

使用上の注意として、精密機器のため過度な衝撃や振動が加わると示度不良や液切れ等が生じて、破損してしまうことがあります。取り扱いには十分ご注意ください。

被測定物が保護管を破損や腐食させることのないように、材質を選定してください。

9. デジタル表示式温度計

規格品の温度センサーを用いたデジタル表示式の温度計には、一般的に下記の種類がある。

(1) 熱電対温度計

熱電対温度計は、熱電対をセンサーとして使い、熱起電力の大きさによって温度を測定する。精度、使いやすさなどから、産業上の温度計測に多種多様、幅広く利用されている。その種類は極めて多く、構造もいろいろですが、主な種類と構造については国際的に統一された規格(JIS C1602)が設けられている。規格の設けられている数種類の熱電対を用いて、 -200°C ～ $+1700^{\circ}\text{C}$ の範囲の温度測定ができる。その精度は常温からの温度差に対する百分率で表して $\pm 0.25\%$ ～ 1.5% 、温度で表して $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ～ 5°C 程度である。



(2) 白金抵抗温度計

白金(プラチナ)の温度による電気抵抗の変化を、数値に表す白金抵抗温度計は、幅広い温度範囲において最高度の精密さと安定性とを併せもっている。

精密級の白金抵抗温度計は、 $+260^{\circ}\text{C}$ ～ $+962^{\circ}\text{C}$ の範囲でITS-90に基づく温度値を導き出すための標準温度計(精度 $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$ 程度)として用いられ、また小形で丈夫に作られた工業計測用の“白金測温抵抗体”は、規格に基づく互換性をもったセンサーとして精密な実用計測(精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 程度)に用いられる。



(3)サーミスタ温度計

サーミスタという感温抵抗素子は、マンガン、コバルト、ニッケル、鉄等の酸化物の粉末を混合・焼結して作った半導体に測定用導線を取り付けたもので、金属に比べて大きな抵抗値(普通数十kΩ)を持っています。また、その抵抗温度係数も金属に比べて大きいため、温度計に利用するのに適しており、比較的簡単な電気回路によって0.01℃の桁まで温度値を表示する計器も作れます。

技術の進歩により小型で価格も安い製品が量産できることもあり、サーミスタ温度計は家庭用温度計から産業用機器まで幅広い用途を持つようになり、使われる数も急速に増加しています。欠点として測定温度範囲が熱電温度計や白金抵抗温度計に比べて狭く、-50℃～+350℃で、1個のサーミスタ温度計で測定できる範囲は100℃よりも狭いのが普通である。

