

本邦電氣驗熱の發達

清水 莊 平*

I. 熱起電力

電氣抵抗と溫度との關係、-ウエーン、プランクの法則等が、ベケレル親子、シーメンス又はクルバウム等の先覺者により注目せられず居つたならば、驗熱には更に長年月の間熱膨脹を利用する方法が墨守されたか、又は未だに總ての高溫度測定をゼーゲル錐に頼らざるを得なかつたと思はれる。深い注意と不便な装置を用ひて而も漏洩等の危険を供ふ瓦斯寒暖計や、只一回の使用にしか堪えぬゼーゲル錐に頼つて居たならば、金相學も現在程の發展を見なかつたであらう。彼等先覺者により拓かれた電氣的乃至光學的驗熱法は、其の後幾多の有名無名の學者の研究により1910年代には既に高溫度測定界に確固たる基礎を得るに至つた。

此の斬新にして巧妙なる驗熱法は、益々廣く實用に供せらるゝやうになつて、此處に測溫統一の必要が痛感さるゝに至つた。依つて1911年、英米獨の各國立研究所代表は溫度目盛に就て協定をなし、次で此の協定は2年後の第五回萬國度量衡會議により正式に認められた。更に21年には他の研究結果をも斟酌した標準溫度等の物理的常數が會議により正式に認めらるゝと共に、之等は此の會議に参加した數ヶ國政府により直ちに批准された。

遂に27年、31ヶ國の参加を見た第七回度量衡會議に於ては、上記の三研究所、即ち、英國のNational Physical Laboratory、米國のBureau of Standards、獨逸のPhysikalisch-Technische Reichsanstaltの推す所の溫度目盛が異議なく採擇せられ、此處に國際溫度目盛が決定されて今日に至つたのである。此の協定の精神が何處迄も實用的な溫度目盛法を定めたものであつて、決して絶對永久的なものでないことが強調されて居るとしても、最近20年間の驗熱史上最大事業であつたことは否めない。此處に統一された驗熱方面に於ては其の後根本的研究が華々しき進歩を止めたかの如き觀を呈したが、實用方面に於ては標準が確立された爲加速度的の發展を見た。故に過去20年間に於ける驗熱を語る場合に、此の重大な劃期的出來事を述べる事は決して無益なことでないと思ふ。

* 北辰電機製作所

II. 國際溫度目盛に関する協定

第7回萬國度量衡會議に於て決定された國際溫度目盛に関する協定は次の如き冒頭文より始つて居る。(原文佛語)

TEXT CONCERNING THE ADOPTION OF AN INTERNATIONAL TEMPERATURE SCALE SUBMITTED FOR DISCUSSION BY THE BUREAU OF STANDARDS NATIONAL PHYSICAL LABORATORY AND PHYSIKALISCH-TECHNISCHE REICHSANSTALT

此の前書の次に緒言として協定の理由が述べられて居る即ち B.S., N.P.L., P.-T.R. は長年の經驗により下は液體酸素の低溫より光輝を放つ程度の高溫に至る迄の溫度目盛を國際的に協定する事の必要を痛感して、相當期間論議の結果此處に出來得る限り小なる修正により而も充分均一確實なる工業的の溫度目盛を協定するに至つた。然し之等は絶對溫度目盛に代るべきものでなく、單に實用に充分なる精度を有する實際的方式を示したものであつて、將來更に良き方法が発見せられた場合には當然訂正せらるべき性質のものであると述べて居る。

そして次に國際溫度目盛の定義を述べて居り、先づ水の氷點、沸點を 0°C 及び 100°C とした熱力學的百分目盛を以てあらゆる測溫の基礎とするのであるが、熱力學的溫度目盛の實現には實驗的に困難を伴ふ爲、實用本位に定めたる此の國際溫度目盛の採用を慫慂して居る。且つ此の目盛は現在の所、熱力學的のものに最も接近し、之に擧げられた數値の桁は何れも再現性に留意して定めたものであるから容易に再現可能であると共に、目盛範圍内は溫度をユニークに定め得るものである事を保證して居る。國際溫度目盛に準據した溫度は“ $^{\circ}\text{C}$.”なる符號を以て表はし、若し此の事を強調する場合には“ $^{\circ}\text{C}(\text{Int.})$ ”と記する事を規定し居る。

又國際溫度目盛は多くの再現可能にして溫度既知なる平衡定點を基とするが、之等の定點は壓力680乃至780 mm の間に於て用ひ得る處の溫度の壓力に對する更正式をも與

へてある。基礎となるべき定點には、液體酸素の沸點、水の氷點及び沸點、硫黃の沸點、銀及び金の融點を採用する。定點を與へた後、定點間の内分法を、全目盛を4區分して定めて居り 0°C 自至 660°C 及び 0°C 度自至 0°C 下 190°C 迄の2區分は白金の電氣抵抗により 660°C 以上 $1,613^{\circ}\text{C}$ の金點に至る間は白金と白金ロヂウム合金の熱電對を用ひるのであるが之等の白金の純度、合理の成分等は溫度と電氣抵抗又は熱起電力の値により制限を加へて居る。金點以上の溫度は、その溫度と金點とに於ける黑體輻射の λ_{cm} なる波長を有する單色可視光線の強さの比より算出すべき公式を與へた。

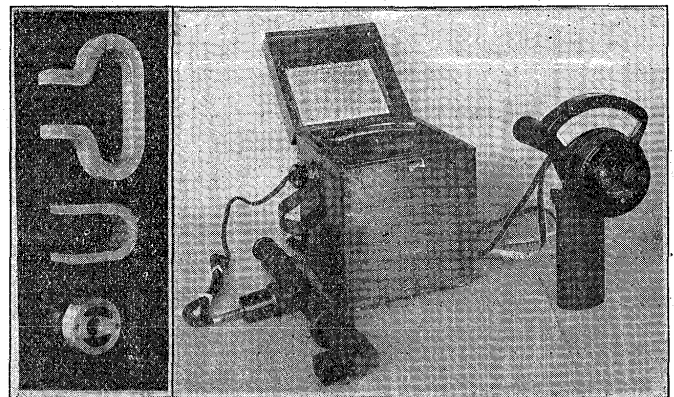
斯の如き協定が成立し「溫度」が統一された爲に高溫の測定も一般常識化されて、以前の如く研究の「目的」としてのみでなく自由に「手段」とすることが出来るやうになつた。之は此の協定をなすべき氣運を醸成した時代の然らしむる所でもあるが、此の協定の結果は更に大なる進歩を促進したと言へよう。

III. 驗熱器の實用化

翻つて實用方面を觀察すれば、20世紀初頭よりの著しき科學の進運に伴ひ、驗熱の實施は彌々緊要事とせられ、此の要求に對し各種の驗熱器が世上に發表された。然し適者生存の理により其の頃提出された方式中現在猶廣く使用されて居る高溫計は、電氣的即ち熱起電力又は電氣抵抗と溫度の關係を利用するもの及び光學的乃至輻射を應用せるもののみと言ひ得る。此の當時の遺物と考へらるゝ二三の方式を今猶散見する事があるが、之等は追々其の影を潜めつゝある。熱量計を利用した高溫計は1910年頃迄カレンダー、エーゲル其他可成の學者により研究されたが、現在は既に忘れられつゝある状態である。高溫度計熱電對として嘗て白金、ロヂウム合金と共に使用せられた白金イリヂウム合金熱電對も今は殆んど見られなくなり、ベースタル熱電對のニッケル線は更に耐酸化性强きニッケルアルミニウム合金に置換された。之等に用ひる耐熱保護管も著しく改善され今日では氣密にして猶白金融點の如き高溫に於て使用し得る磁性管も市場に見られる。又電氣的高溫計は殆んど何れも指示器として直流電氣計器を用ひるが、此の計器の生命とも言ふべき永久磁石に關し幸にも我が國が最も光輝ある寄與をなしつゝあることを誇とするものである。彼の本多博士の K・S 磁石鋼の出現は世界の電

氣測定器具に一大革命を齎した。此の爲に電氣測溫計器の性能と利用率は數倍された。然して進歩は之のみに止まらず所謂「分散系」磁石である三島博士の M・K 及び新 K・S の出現は更に如何なる發展を促すかは刮目して期すべきである。今此の具體的一例として之等の磁石材の發明が測溫計器に用ひる電流計の構造に如何なる影響を與へつゝあるかを示す。第1圖は之等の優秀材の出現前後の場磁石の變遷を語るもので何れも等しき大きさの可動部を有するものの磁石が、小型化されて行く状態を比較したものである

第 1 圖 第 2 圖

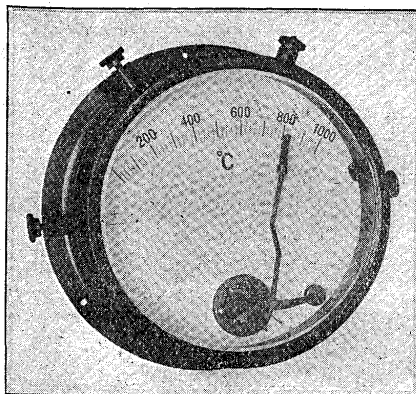


材料の改善は性能にも著しき變化を與へた事は謂ふ迄もない。第2圖は光學高溫計の變遷を示し、圖中左側は舊型右側は新型の光學高溫計である。舊型による測定は先づ望遠鏡中を覗きつゝ光度を比較して電流を読み、然る後電流計の蓋、張りつけられた電流と溫度の關係曲線によつて始めて溫度を知つたのである。其の上電流計の目盛中少き方約 $1/3$ は直接驗熱には利用せられぬ部分であつた。然るに現在のものは望遠鏡、電球、溫度指示計器、電池等一切が1個の中に納められ、而も光度を比較するのみにて直ちに溫度を示すやうに出來て居る。

適當なる装置により溫度を記録する事は、驗熱に於て一つの有效なる手段である。近年工業界に於ける溫度記録計の要求が急激な増加を示した事は工業上に於ける能率の増進に効果ある事を裏書するものである。記録計の普及されなかつた時代には、溫度指示計の讀みを一定に用紙に記入した。此の記録には人爲的改竄を加へられる虞があり、甚しい場合には監督者の來た時のみ爐を定められた溫度にする如き事さえ有得た。現在では信頼し得る記録計が廣く用ひられるに至り、この危険は一掃されたであらう。20年前既に溫度記録計は實用に供されつゝあつた。然し之等は機械的に複雑繊細で而も不精確なることを免れなかつたが、

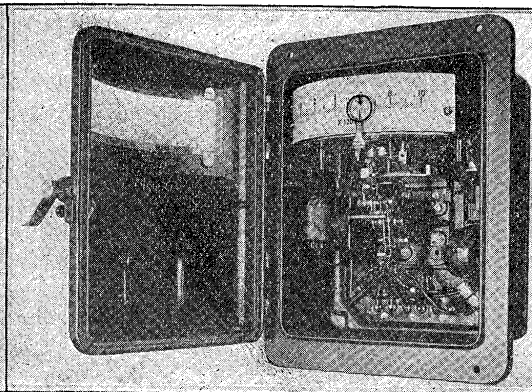
第 3 圖

舊式溫度自動調節計



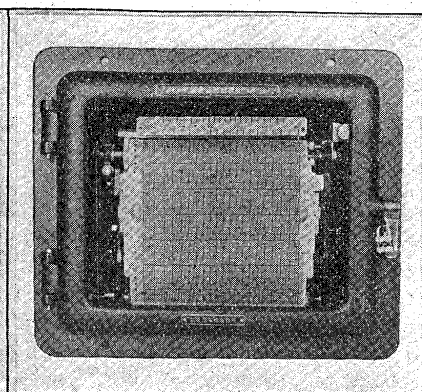
第 4 圖

新式溫度自動調節計



第 5 圖

自動溫度調節記錄計



今日のものは十分に信頼に堪え以前の指示計よりも遙に取扱簡便となつて居る。従來米國リーヅアンドノースラップ會社製のみに限られた電位差計式記録計も近來それぞれ新方式によるものが他社より續々發表せらるゝに至つた。

溫度自動調節計も記録計と同様 20 年前に發表せられて居たが、今日のそれと比し不確實なものであつた事は當然である。第 3 圖にはその原始的なるものの一例を示す。之は溫度が所定値に達した時、指針と、所定値に相當する位置に固定した炭素接點とが接觸してリレー回路を閉ぢ熱源を斷つやうにされたものである。然し電氣的溫度計の指示器は鋭敏なるものを用ひる關係上、指針の力は此の電氣的接觸に充分なる壓力を加へ得ず、作動が不確實であつた爲今日では既に用ひられて居ない。第 4 圖は最近の自動調節計の内部を示した。之は電氣的時計装置により間歇的に壓下する杆により、所定溫度値に對する指針指度の高低を分別する如く構造されて居り、電流回路の斷接は指針の偏倚力を用ひずに時計動力を利用し、直接水銀リレーを働かすものであるから、數十アムペアに達する電流も本器のみにて自由に開閉し得る。之等の計器は機構のみならず、目盛の分割法に於ても益々合理化せられつゝある事が見られる。今日では數ヶ所の溫度を同時に調節するもの、第 5 圖に示す如き調節すると共に其の溫度を記録するもの等も市場にあり、又或る時間内に於て溫度に希望する變化過程を與へ得るものさえも出現した。此の装置の如きは爐の構造の進

歩と相俟つて將來益々利用さるべきものと考へられる。

斯の如く驗熱器の性能が著しく向上した爲此の利用法にも大なる變革を見た。一々現場に出張しなければ知り得なかつた溫度は中央に占むる 1 箇の計器で數十ヶ所迄も測定し得、其の間數十臺の記録計や自動調節計は黙々としてその義務を果す。更に近代工業に於ては、溫度の測定又は制御のみならず溫度に緊密なる關係ある要素を測定することにより驗熱本來の目的を達するやうになつた。實際工業に於ては驗熱の目的が單に溫度を知るのみにあるのではなく、多くの場合之により第二段の操作の標準たらしむることにあるから、この第二段の操作の直接的原因を知ることが出来ればその方が遙に便利である。例へば爐の燃焼状態を知る爲に燃焼瓦斯の分析をなし、又爐に送り込む燃料瓦斯の流量を測定調節すること等が廣く用ひられて來たことはこの傾向を示すものである。又空中の濕度が爐の溫度に密接なる關係あることに着目し、之を精確に測定して燃料經濟に役立たせることを主張する人もあり、之も近年の一進歩と言へやう。最近の工業界に於ては溫度に關係する各要素の中央管制を行ひ操作の統一により工場能率を増進せしむることが必須の條件となつたから、今後は更に此の遠隔測定、自動制御が徹底せらるゝことは當然と考へられるが、一方驗熱法自身も彌々其の精度の増加と應用範圍の擴大を見ると共に、新方式の驗熱法が提出されて斯界に一段跳躍を來すであらうことが豫期される。