

エレクトロニクスと工業計測

電気試験所* 寺 尾 満

1, はしがき

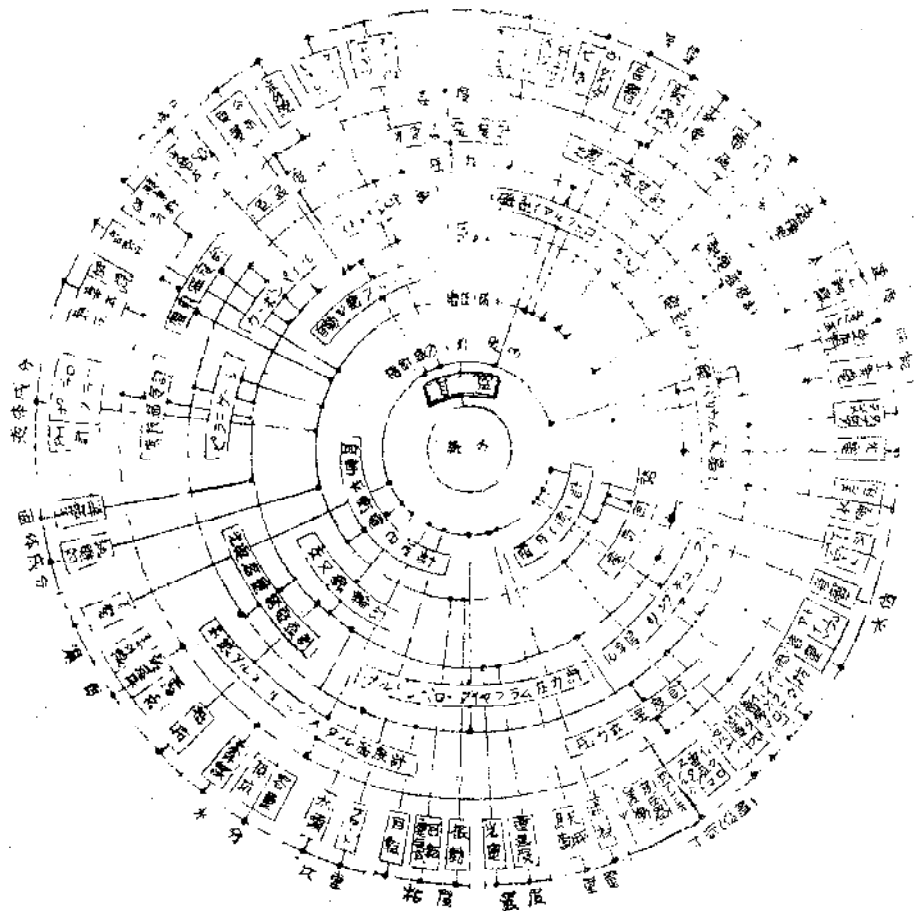
ことばの意味は時代と共に変わるようである。エレクトロニクスということばは昔は「電子工学」と訳され、真空中を動く電子の運動を論じ、真空管やその利用を考える技術を意味していた。しかし現在では、この考え方は必ずしも妥当ではなく、むしろ情報を取扱う学問または技術全般がエレクトロニクスであると考えなければならない。したがって、ラジオや電話などの通信もたしかにその一分野であるに違いないけれども、これはどちらかといえば、エレクトロニクスの“古典”であつて、応用の面からすれば近代的なエレクトロニクスの重点は各種の自動制御装置、工業計測器、電子演算器などの情報機器にあり、これらは現在および将来の生産工程を支配しようとしている。イリノイ大学の工学部長 Everitt 教授はPIRE誌上で「エレクトロニクスとは情報機器の利用によつて情報をあつめて人の感覚や頭脳の代りにこれを処理し機械をコントロールしたり人に役立つ形に変えたりすることに重点をおく学問」であると述べている。この解釈は、エレクトロニクスについて多くの見解が下されている現在もつとも当を得たものであろうと筆者は考える。つまり真空管を使おうが、ノズルフラツパを使おうが前者がエレクトロニクスで後者が機械工学ということにはならないのである。

ここでは工業計測をこのような意味でのエレクトロニクスの一つの分野として取扱つていきたい。

2, 工業計器の使命とトランスデューサの種類

すべての製造工業や加工工業では、第1図のように、原料から製品をつくり出す設備が中心となり、従つてこの設備で行われる各種の工程の管理が生産の能率を高めるために重要となる。この工程管理の第一歩は、必要な情報をとらえて、これを管理者に知らせることから始ま

第1表 トランスデューサー表



る。つまり工業計測の第一段階は情報(信号)の変換(トランスデューサ)のテクニクであるといえる。ここで問題になる信号には、「温度」「圧力」といったような設備の環境を支配する量や「流量」「液位」「成分」「寸法」のような原料や中間製品または製品の状態を表わす量などがある。これらの信号を他の適当な信号に換える

* 東京都千代田区永田町2

のが工業計器の使命であるが、それではどのような信号に換えるのが適当だろうか。それは、工程管理の方式によつても異なるけれども、原則的にいえることは、まず第一に「確実な基準値を置きやすく」第二に「伝送や増巾ならびに再変換が容易」な信号でなければならない。前者は工程管理が手動で行われるにせよ自動化されるにせよ。すべての制御回路がある基準値からの偏差によつて動作するからであり、後者は多数の情報を能率的に取扱うためには、数多くのトランスデューサを使つて情報を統合整理しなければならないからである。

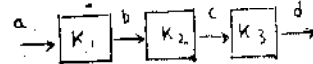
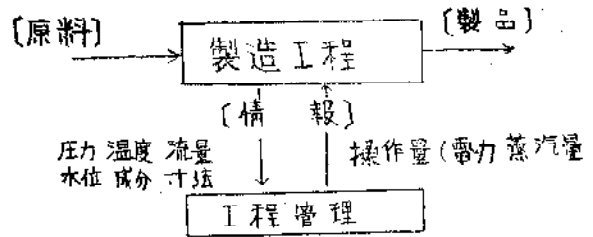
上のような条件を満足する信号として、現在の工業計器では、主に「圧力」「変位」「電圧」「インピーダンス」が採用されて居り、すべての信号はまず、一次トランスデューサで、この四つの内のどれかに換えられる。信号変換に使われるトランスデューサを一つの表にまとめると第1表のようになり、ここにエレクトロニクスの技術が縦横に駆使される。この表は、普通の工業計器では、必要な情報量を「圧力」や「電圧」の大きさに換え（中間の信号として「温度」に換えるものも多い）最後に指針のふれ（変位）に換えていることを示すもので、ここに示したトランスデューサまたはそれがいくつか集つた計器はアナログ表示の信号伝達要素となる。

これに対して、最近ではデジタル表示の工業計器要素が使われはじめた。これは計器の指針や記録紙上に必要な情報を連続なアナログ量として指示または記録する代りに、情報を量子化して不連続なデジタル表示（数値表示）とするものであつて、必要な情報は数字を符号化してパンチした紙テープやカードまたは磁気録音テープなどに貯えられ、必要に応じてタイプライター用紙にうたれた数字で表示される。

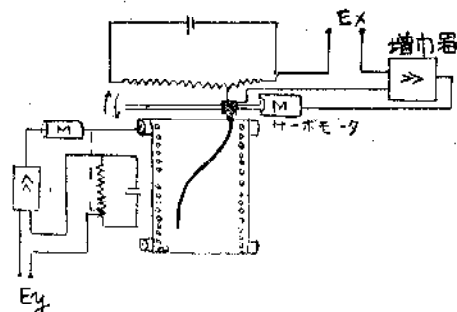
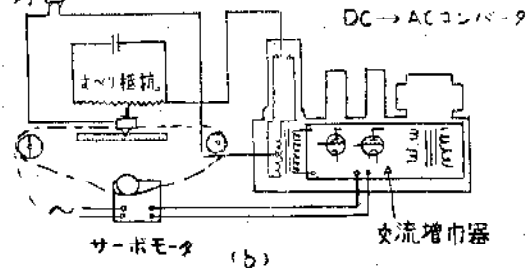
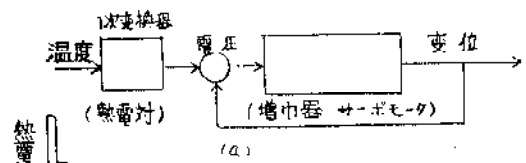
以下に、アナログ計器の代表として通信技術の影響を最も強くうけた電子管式自動平衡計器を、デジタル圧力計をあげよう。

3. 電子管自動平衡計

今、注目をあびている自勇制御は通信工学で進歩した閉回路理論の工業応用に他ならないけれども、最も近代的な計器として各方面に進出しつつある電子管自動平衡計器もまたその一つの応用となる。上に示したように、工業計器はいくつかのトランスデューサからなるが、もしこれらを第2図のように単に直列に結合する場合には入力信号と出力信号の関係を一定に保つためには、各々のトランスデューサの利得が常に一定でなければならない。多くの要素、とくに増巾器などではこれが容易ではなく、結局このような直動計器では多少の誤差を免れない。そこで、フィードバックの原則に従つて、計器の



$$d = K_1 K_2 K_3 a$$



第1図 第プロセス制御
第2図 直動計器
第3図 電子管自動平衡計（熱電温度計）
第4図 X-Y記録計

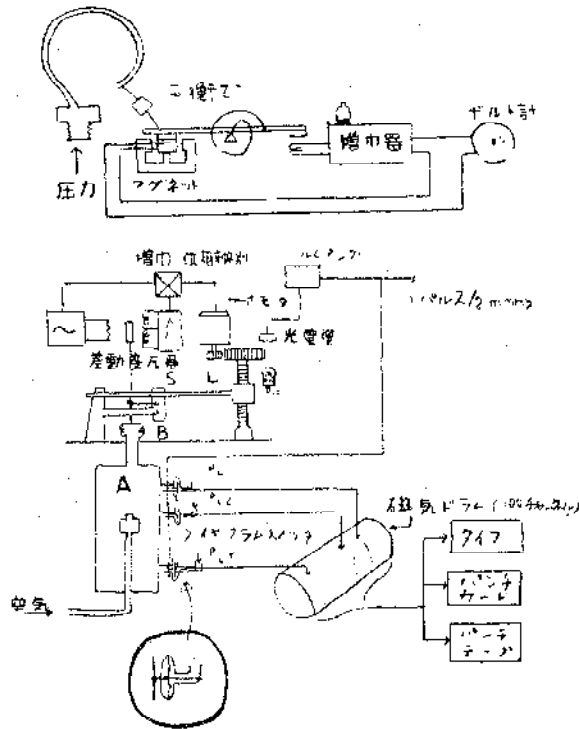
出力信号またはそれに近い所で信号を入力またはそれに近い所側に戻してやれば、この欠点を補うことができ、確度の高い計器をつくることができる。

第3図aはその典型的な例で、記録計のペンの位置を確実な関係（この場合すべりの抵抗）で電圧に換えて入力側（この場合、一次変換器の出力）に戻すようにしてある。第3図bはこの計器の増巾器が充分な利得（通常60~100 db）をもつてをればその利得が変動しても計器の指示には影響しない。第4図は、自動平衡機構を2組使つて、一つでペンを、他の一つで記録紙を動かすように

したもので、構造材料の歪-歪力曲線、磁気材料のBH曲線等の自動プロットに使われる。このように、電子管自動平衡計は普通の計器とはちがって大きな駆動力をもたせることができるからいろいろな用途があるが、とくに自動制御用の各種の調節器を動作させるに適して居りこれと空気式調節器との組合わせは現在の工業調節計の

ツチが取つけられ、測定圧と槽の圧力が釣合つたときにオフになる。

一方、槽内圧力は槽の上に設けた自動平衡機構で常に測定される。すなわち、槽の圧力が上昇するとベローBが上に延び差動変圧器のコアが持ち上げられる。差動変圧器2次コイルに誘起した電圧は増巾され、位相の正負が弁別されてサーボモータに入る。サーボモータが廻転するとこLが下り、板ばねSを経てベローBを押し、板ばねとベローの圧力が釣合つて差動変圧器のコアが中央に戻るとサーボモータが止まる。槽内圧力は前記のように直線状に上昇すると、サーボモータはこれに追従するためてこLを下げる方向に廻りつづけるが、この際ギヤGの周辺に穴をあけ、光電管を利用してGの廻転と共にパルスが発生するようにして置く。而もこのパルスは2 mmHgの圧力上昇があるたびに一つであるようにしてあるから全範囲(0~200 cmHg)では1,000のパルスが出ることになる。このパルスは増巾されて各々のダイヤフラムスキツチに接続される。このスキツチは測定圧力が槽圧力よりも大きいときのみオンとなっているから、各々の測定圧に相当するパルスだけを通過させ、それ以上は遮断する。従つてこのスキツチを通つたパルスを計数器で数えれば、各々の圧力が数値表示されたことになる。必要に応じて10進法、又は2進法のカード又はテープにそれを移したり、数値を印刷したりする附属設備があり又これらを有効に使うために磁気ドラムを用いた記憶装置がついている。これはテープレコーダと同じ原理でパルスを磁気ドラムに磁氣的にきざみつける。測定期間中は、ドラムをゆつくりと廻し(5 r.p.m)、次の測定に移る前に各々の測定値を別々に印刷したり、パンチしたりするためにはこのドラムをはやく(43 r.p.m)廻してできるだけすみやかに次の測定に移れるようにする。



第5図 テレメータ
第6図 デジタル圧力計

標準型の一つとなっている。この典型的な電子管自動平衡計に対して、最近では第5図のような型(テレメータ)のものが進出しつつある。これはすべての工業量をたとえば0~5 mAの電流に変換する方式で、指示または記録計器としては小型のボルト計がすべてに共通に使われる。この方式によつて、従来の工業用指示記録計が主に繊細なミリボルト計であつたのを、丈夫なボルト計に置き換えることができ各種の情報を一ヶ所にあつめる集計パネル方式などにはとくに好適となり、電気式調節器の進歩と相俟つて将来の工業計測の標準方式となる。

4. デジタル型工業計器

第6図は多くの場所の圧力 ($P_{11}, P_{12}, \dots, P_{1n}$) を測定するのに使われるデジタル型の圧力計である。測定しようとする圧力は10秒の周期で0 cm Hgから200 cm Hgまで直線状に変る空気槽Aの圧力と比較される。この空気槽には、測定箇所の数に応じたダイヤフラムスキ

5. 工業計測の進展とプロセス制御の将来

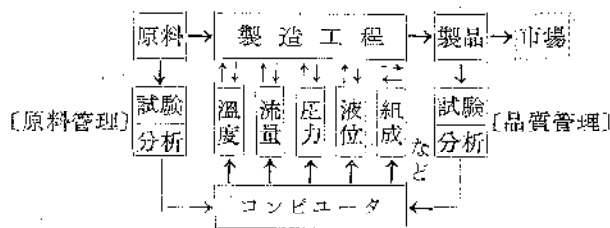
すべての工程の目標は、ある原料から最良(経済的に)の製品をつくることにある。従つてプロセス制御の目標は、当然製品の状態におかなければならない。

このために、品質管理は製品を調べる方法と、その結果によつてプロセスの各種の制御量をどのように調整すべきかの指針とを与える。原料管理についても同じようなことがいえよう。これらがパネル室へどのようにプロセスを調整すべきかについての情報を提供するのである。ここでもし測定技術と演算機器が進歩して「品質管理係」の仕事がすべて自動化されるならば、その装置の出力信号で直接パネル室の設定動作をさせることが可能

生産と技術

工業用トランスデューサの進歩は、より広い範囲の工業量の検出を可能にし、電子管自動平衡計と各種の理化学機械（質量分析計、分光計、ポーラログラフなど）の組合わせは、従来多くの時間を必要とした分析操作などを著しく単純化した。一方、大規模電子計算器の目覚ましい進歩によつて培かれた各種の技術（ここでもエレクトロニクス技術が主役となる）は、そのまま工業用コンピュータという特定目的の計算器にも応用されようとして居り、最近小型計算器の試作が各方面で進められつつある。第7図はプロセスのコンピュータコントロールを示すものであつて、工程管理に必要な各種の「判断！は

経 営〔事務の機械化〕



第7図 コンピュータプロセスコントロール

すべてコンピュータに委ねられる。この場合コンピュータとしては、デジタル型のもが使われるであろうから、コンピュータに供給する各種の情報（アナログ量）を前項で述べたようにして量子化しなければならない。

またコンピュータの出力信号（判断した結果）でプロセスの調節部を操作するためにデジタル-アナログ変換が必要となり、この変換器については将来の研究にまつ所が多い。

6. むすび

ここでは、近代的な工業計測がエレクトロニクスそのものであることを述べ、二三の実例をあげると共にその進展が将来の産業の形態を改革するであろうことを述べた。

エレクトロニクスの進歩によつて生産工場のオートメーションが進展するにつれて、企業はますます巨大し、マネージメントの能力が問題となるだろう。

しかもこのマネージメントも又、情報処理の技術に他ならない。従つて、情報機器（特に工業計測）の進歩によつて推進されつつある第二の産業革命は、ただ工場の形態を改めるだけでなく、当然マネージメントの改革にまで波及するだろう。すでにその具体的あらわれとして一部の事務の機械化が統計器や会計器その他の演算器の導入によつて着々と進められている。「タイプライターと女事務員」で始まった事務の機械化は、近い将来には「エレクトロニクスと女事務員」の姿に変わるだろうといわれている。

温度の測定に就て

島津製作所* 矢 幡 源 三

1. 緒 論

工業用或は研究室において温度を測定することは、より正確に測定せんとすればするほどむづかしい問題であるが、計器の性質、使用の条件、测温個所の構造、温度分布等が十分判明しており、此の対策を綿密に行えば、測定の問題は除去できる。

以下これらの二、三の問題について述べてみたいと思う。

2. 測定温度と熱電対の線径に就て

熱電対は、長時間の連続測定を行つていると、素線の

第 1 表

種 別	線 径 mm	常 用 限 度 °C	過熱使用限度 °C
P R	0.5	1400	1600
C A	0.65	650	850
	1.00	750	950
	1.6	850	1050
	2.3	900	1100
	3.2	1000	1200
I C	0.65	400	500
	1.00	450	500
	1.60	500	650
	2.3	550	750
	3.2	600	800
C C	0.65	200	250
	1.0	250	300
	1.6	300	350

* 京都市中京区桑原町18