

紡績部門における自動制御

大和紡績KK研究部* 青木 朗

1. まえがき

繊維工業は化繊より紡績織布、染色仕上に亘る非常に多種多様の業種を包含しているが、一般に行われている流量、温度、液面、圧力、張力等の自動制御原理は、対象となつている操作が異なるだけで、その本質に於ては一般に行われている自動制御方式と大差ない。従つて最近のいわゆるオートメーションの急速な発展に刺激されて、従来作業員の経験による手動操作にたよっていたプロセス・コントロールも次第に自動化、自動制御方式に改変されつつあり、化繊部門等の如く、既に他の化学工業にも劣らない段階に到達せるものもある⁽¹⁾。いわゆる紡績部門では織布準備工程である糊付工程に対し温度、(乾燥、シリンダ、糊液、糊クツキング)、液面、経糸張力等の自動制御方式が数年前米国で確立され⁽²⁾、現在では国内でも相当に利用されている。又、染色操作に於けるキュヤリング(温度制御)、Jボックス等連続精練漂泊(水の流量、液面、温度制御、圧搾ロールの圧力制御、蒸気温度制御等)、布染色(染色時間—温度制御)樹脂加工(パツディングに於ける液温、液面の自動制御)⁽³⁾、乾燥機(温度制御)⁽⁴⁾等に 응용されつつある。

これらの動きに対し、紡績部門では従来から独自の自動調整、自動制御が行われて来た。而もその殆んどはプロダクトの重量(但し連続体)を所定の幅内に制御することを目的としていたといつても過言ではない。その歴史は非常に古いにも拘らず十分満足すべきものが少いのは、重量等制御対象の変動(外乱)要因が複雑に交絡しているためであつた。最近の計測技術の進歩は従来のプロセス・コントロール方法の再検討をなさしめる刺激となり、現状に於ては種々の改良発明がなされている。ここにこそらを含めて紡績部門に於ける自動調整、自動制御の現状を記して、将来の発展の一資料としたい。

2. プロダクトの重量制御

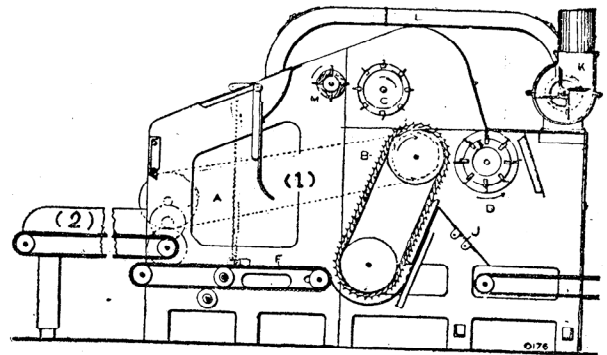
§ 給綿自動調整

プロダクトの重量を制御する第1歩は一定量の原料供給より始まる。この方法は次

の2種に大別される。即ち

- (1) スキング・ドアによる方法
- (2) 自動秤量器による方法

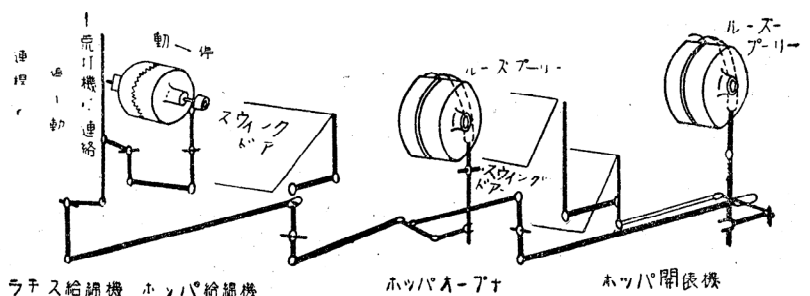
前者は主として綿紡開綿工程に於ける標準方法であり、後者は毛紡梳棉工程に用いられる方法である。第1図は(1)の1例で②自仿給綿エプロン上に推積された原綿はスキング・ドア①が原綿によつて所定位置に回転する



第1図 スキング・ドアによる方法

迄供給され、①が定位置に達するとマグネット、又はリンク・モーションを介してベルト・シフターをルーズ位置に移動せしめて②を停止せしめる。又反対にホツパ内の綿量が少くなり①が原位置に戻ると再びマグネット又はリンク・モーションを介してベルト・シフターをファスト位置に移動せしめて②を廻転せしめる。第2図は開綿工程に於ける各機相互の供綿を自仿制御するスキング・ドア方式を示す。これは前述の操作の繰返しと見られるが、時間的遅れを少なくするためにリンク・モーションでなくマグネット利用の方向に進みつつある⁽⁵⁾。

然し以上の方法は給綿エプロン駆動動力を単独モーター又は主モーターからとり、パイロット・モーター付の無段変速機を介してエプロンの速度の増減を行う方法も



第2図 各機フイーリング・モーション連絡図

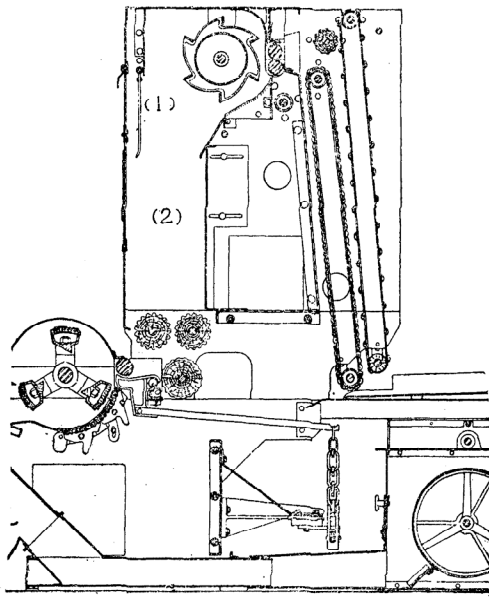
* 大阪市東区南久太郎町4の29

一部では試みられている。

自動秤量器による方法は主として毛紡に採用されているが、断続的な供綿方法であるために、そのまま梳綿機に供給すると長さ方向の周期的重量斑の発生を避けることは出来ないが、この程度の斑は以後の併合の繰返しにより殆んど消去される。

§ リザーブ・ボックス

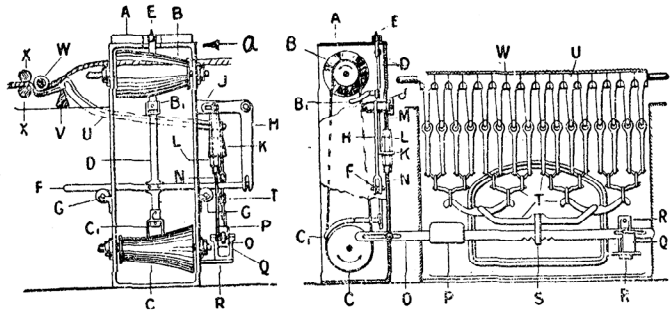
前述のスキング・ドア方式は次工程に送る給綿量を保証はするが、更に細かな重量斑を制御するには能力に限界がある。この点を改良するために Saco Lowell 社は綿紡式開打綿工程にリザーブ・ボックスなるものを使用している。第3図はその構造を示すもので、リザーブ・ボックス内の綿量を一定に保つことによつて、その下部のデリバリー・ロールから排出する綿量を均一化せんとするものである。即ち高感度のスキング・ドア(1)によつてリザーブ・ボックス内(2)の綿量が一定高さ以上になると電氣的制御装置によりボックス内への供綿を停止せしめる（或は供綿量を喰出量に近い値に供綿ラチス速度を減速する）。



第3図 リザーブ・ボックス

§ ピアノ・モーシオン

ピアノ・モーシオンは綿紡式紡績法の独特の装置で、打綿機に使用され、開打綿工程に於ける重量変動に対する最終調整として古くから、全面的に採用されている。第4図はこの装置を示し、給綿された綿はペダルUとペダルロールWの間を通過する際、その綿量によつてペダルUはVを支点として上下に振れ、その運動を右側に示すリンクの組合せによつて全幅のものをS点に平均し、レバーOの左端を上下に揺動せしめ、J Hのレバーに作用せしめる。従つてコーン・ベルト・シフターの位置に



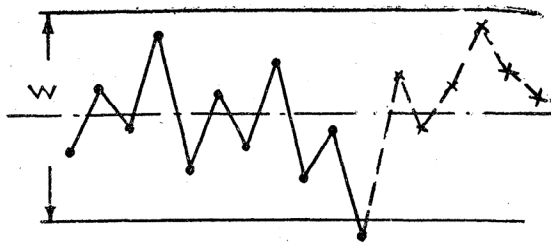
第4図 開打綿機に使用されるピアノ・モーシオン

より、下部コーンに対する上部コーンの回転速度を変え、W、Xの回転速度を変速する。然し図より明かな如く、この方法にはペダルUの動きがフィード・ローラに伝達する迄に時間的ずれがあり、供給されたラップ又は綿の長さ方向の厚さ斑の周期と共振する場合もあつて、必ずしも満足し得る方法とはいえない。プロダクトの重量制御に関する研究の焦点は最近この部分に向けられている。即ちペダルにより検出されたラップ厚さを入力としてフィード・バック・システムにより原料の供給速度を自動制御せんとする方法や、時間的ずれを利用し、Xの回転速度のみ変速せしめることによりX-W間でのいわゆる牽伸率を入力変動に対応せしめて変換し、自動的にXからの給綿量を調整せんとする方法、或はペダルUで検出された給綿量の変動に対応せしめてケージ及びカレンダー部（打綿機の場合）の回転を調節する方法等試みられている。又同様な考え方として、ケージとカレンダー間で打綿機プロダクトの厚さ変動を検出し、それに対応せしめてコーン・ベルト・シフターの位置を移動せしめW・Xの回転速度、従つて供綿量を制御する方法も考えられている。然し何れの方法も研究途上にある様で、未だ最良の方法は明かでない。

以上の如き方法を以てしても尚打綿工程に於けるプロダクトの重量変動を理想的限度迄制御することは仲々大変である。そこで綿紡に於ては更に次のような調整を行う。

§ ラップ1本量目の調整

仕上打綿機のプロダクト即ちラップの重量はかなりの範囲（±1~2%）に変動するので、台持工は全数検査によつて秤量し、許容限界より外に飛出た重量を有するラップは不良品として打直し、更に連続データーの推移を見て、調整ねじを（±）に回転せしめて、第4図ベルト・シフターの位置を調整する。この操作によつてプロダクト重量の平均水準を矯正する。この手動操作に対して自働化が一部で進められている。即ちラップ重量を皿天秤によつて秤量する場合に、第5図に示す如く予め設定された許容限界内（W）で変動するならば、コーン・

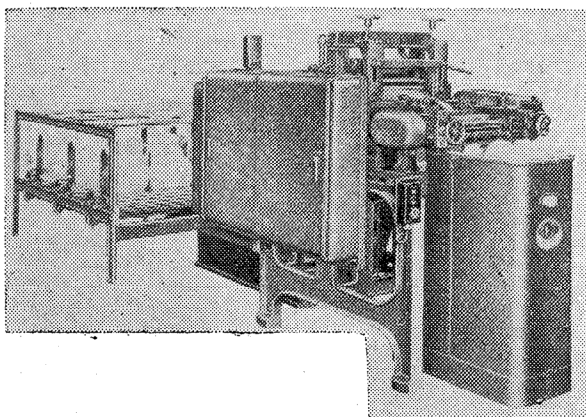


第5図 ラップ重量ノ点チャート ●印変換前 ×印変換後

ベルト・シフターに連絡せるバランスング・モーターを駆動させず、反対に許容限界外に指針が飛出した場合は、その変動の大きさに応じて、コーン・ベルト・シフタの移動距離が丁度紡出水準の0.5%、1%だけ移動する如くバランスング・モーターを駆動させる如くしたものである。然しこのようなフィード・バック・システムによる断続的な制御方法はラップ重量変動の主たる原因についてはほとんど考慮が払われて居らず、場合によつては反つてラップ紡出水準の頻敏な変動を齎し、極めて不安定な結果を与えることになりかねない。

§ 紡出スライバの重量制御

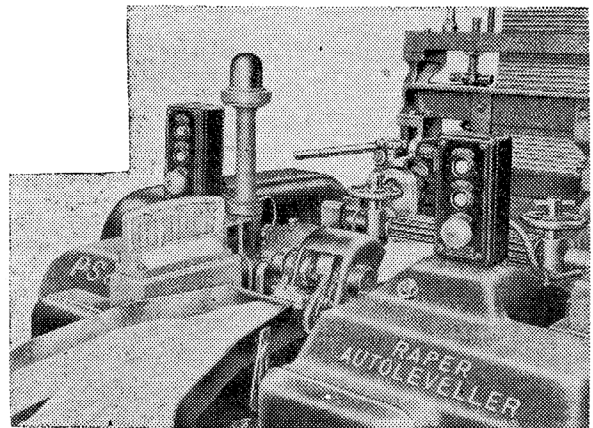
紡出スライバまたはトップの重量制御については前述ピアノモーションにおけると同様、内外において種々の考案がなされている。今更論ずるまでもなく、紡績工程においては併合の繰返しにより、供給原料スライバ、またはトップの有する重量斑(太さ斑)を平均化する。併合牽伸の目的は勿論これだけではないが、この平均化操作は原料スライバまたはトップ固有の太さ斑のある程度までは平均化する。然し、その能力には自ら限度があることに注意しなければならない。すなわち、併合の繰返しによつて平均化される太さ斑の長さの一定の範囲があるということである。例えば綿紡における練篠工程で併合によつても平均化し得ない太さ斑はラップ水分率変動に起因する斑、梳棉並掃除に起因する斑等である。また梳毛紡績においては太さ斑はギル工程の繰返しによつてもその減少には限度がある。更に考えるべきことは併



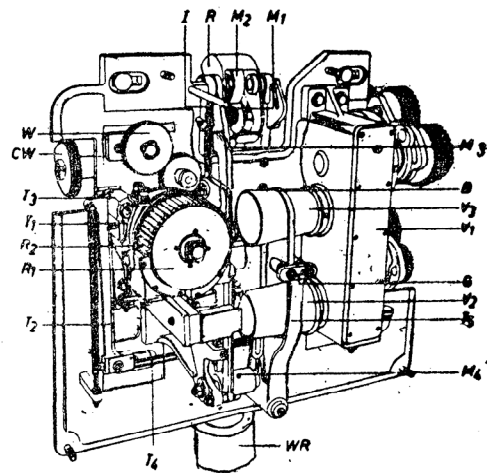
第6図 キヤングルボックスに於けるオートレベラ

合の繰返しに伴なつて牽伸も繰返す必要があり、この操作が反対にいわゆるドラクト斑を発生させることになる

以上のような点を考慮の上、最近スライバの太さ斑制御について種々の考案がなされており、その内既に実用の段階に到つたものに英国プリンス・スミス社のオート・レベラがある。これは梳毛紡績用として考案されたもので、第6図はキヤングル・ボックスにおけるオート・レベラ、第7図は検出部、第8図は管制部を示す。

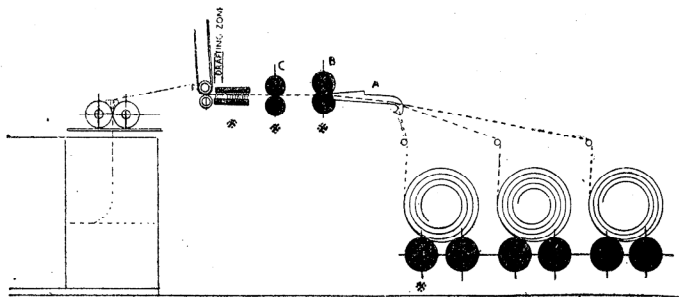


第7図 オートレベラ検出部



第8図 オートレベラ管制部

この制御方式の特長は牽伸部に供給されたトップの厚さ変動をメヂヤリング・ロールと称する凹凸相対するローラー対の溝にトップを通過せしめて検出し、その入力をリンク・モーションによつて機械的記憶装置 R₁ R₂ に伝え、所定の時間ずれを以てコーン・ドラム・ベルト・シフタ G を入力変動に相対せしめて移動せしめ、その出力を以て主牽伸機構及びフィード・ローラーの廻転速度を変動せしめる(第9図)。前述の所定の時間ずれはメヂユアリング・ローラーで厚さを検出されたトップが丁度主牽伸域に到達するに要する時間に等しく設定されているから、理論的には供給トップの相当短い長さの厚さ変動も矯正し得るものと見られる。この新しい発明

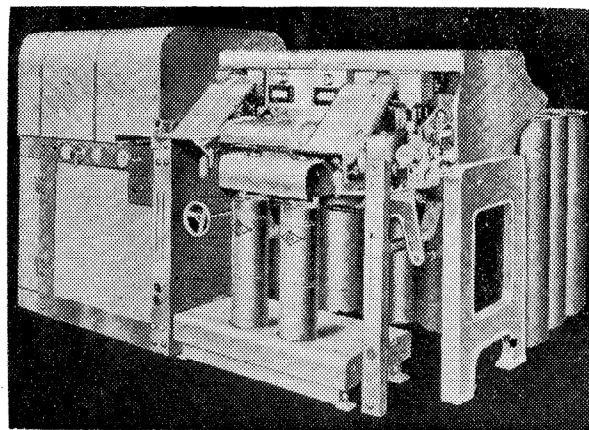


第9図 オートレベラー変速部 (※印)

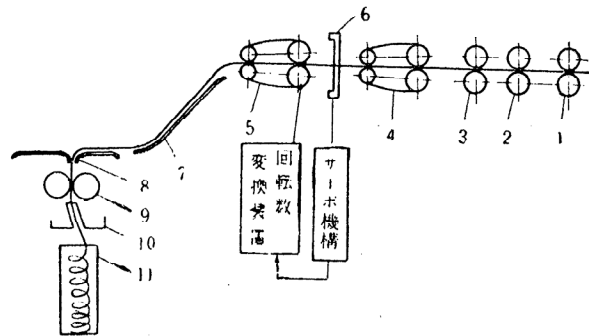
によつて従来行われ来つた梳毛のオーソドックスの方法に対し、新にレーパ・ドローイング方式と称されるものが生れた。この方式の特長とするところは併合数を非常に減少せしめ得たこと、極端にドラフトすることなく工程を減少せしめ得たこと、長周期の糸斑を減少せしめ得たこと、使用人員の減少、屑物の減少、据付面積の減少等であつた。然し前述の如き機構を有するので、各デリベリーに対し単独に取りつける必要があり、その利用範囲は梳毛紡績方式に限定されている。

このオート・レベラの出現は世界の紡機メーカーは勿論のこと、紡績技術者に大きな刺激を与えた。従来かかる動きに批判的であつた紡績部門に対し、斑制御に対する自動化の効果を認めざるを得ない情勢の変化をもたらしたことはオート・レベラの功績として多くの人々が認めるところであろう。

一方わが国においても、オート・レベラと期を同じくして基本的な研究が進められていた。その一つに豊田自動織機株式会社のオート・ドラフタがある⁽⁷⁾。第10図はその外観を、第11図はその機構を示す。即ち第1ドラフト部の次に空気マイクロ検出部を設け、第1ドラフト部プロダクトの太さ斑を検出すると共に、オート・レベラと同様の考えにより、伝達の些間ずれを、斑検出プロダクトがドラフト変換域に到達するに要する時間に合わせるによつて、プロダクト斑の自動制御を行わんとした



第10図 オート・ドラフター2デリベリ



第11図 オート・ドラフターの構造

ものであり、実験データによれば所期の目的は達成されているようである。然しこの場合も機構上紡出デリベリ毎の制御を行うことになり、経済性を十分検討しなければ、その実用的価値について結論を簡単に下すことは出来ない。

このようなスライバあるはトップの太さ斑自動制御方式は他にも2~3あり、既にある程度の成功を収めた発明、研究もあるようであるが、今は発表の時期でないと思うので省略したい。

3. ブレンディングの自動調整

§ オートマチツク・ブレンディング・システム

化繊、合繊の混紡を行う場合、最も均一なブレンディングを行う方法は原料をホツパーに供給する場合にいわゆるサンドウイツチ状でのブレンドを行う方法である。然し従来行つて来た人手による秤量サンドウイツチ方式ではマクロ的に目的は達しても、ミクロ的には必ずしも均一とは云い難い。この目的を達成するために考案された方法は、自動秤量給綿装置(秤量装置が所定重量に達すると其処への給綿が自動的に停止する)を有する数台のホツパーが定時間所定量だけブレンディング・フィード・エプロンの上に供給するようになっており、この方法を使用することによつて、ミクロ的に均一なブレンドが得られるばかりでなく、その平均混紡率の変動を1%以内に制御することが出来る。勿論どれか1つのホツパー内が空になると自動的に全台が停止するようになっており、極めて能率的な機械でもあるので、最近わが国の化繊紡績工場でも次第に関心が高まりつつある。

4. 結 び

既に述べた如く紡績における自動制御の最大の関心はプロダクトの重量制御に向けられているが、その他の問題について全然無関心であるというのではない。すなわち実用的段階として温湿度の自動調整あり、精紡機等に於けるスピンドル回転速度のプログラム制御あり、自動

(以下22頁に続く)

生産と技術

的検出部から冷凍機のアンローダーに伝送するものもある。後者の場合には二次的に圧縮ガスの低圧側の圧力によりアンローダー機構に伝送される。ターボ冷凍機の場合は吸込側にベーンまたはダンパーを設けて操作させる。勿論冷凍機は1台とは限らないので順序起動が行われ、1台の冷凍機でも全負荷で妨げないように順序起動が行われている。dewpoint control で冷水温度が一定に保れるべき場合でも上記と大差はないが水温変化によつてターボの場合はベーン又はダンパーを制御し、多気筒の場合はアンローダーを振動させる、アンローダーが連続的でないで工合の悪い場合ウォーターチラーのコイルやパイプの数を変化されることは困難であるし特に湿式では不可能のことがあり冷凍機の台数を増加し得ない折はE. P. R. を使用する。

減湿機構は冷却機構と兼用されている。特に低湿の場合は化学薬品の中を空気を通過させる場合があるがこれは理論的にも実験的にも data が少いし取扱いが面倒である。

増湿機構は dewpoint 設定点が増加するか噴霧をして空気中に加湿してやればよい。但し冷却機構が全面的に働いて空気が100%の湿度を持つている場合は加湿の方法がないのでかかる場合は送風空気の des point を上げこのような signal が来ないよう風量を増大しなければならない。

高級な自動温度調整装置は充分な大体一定の (season によつては変る場合もあるが) 送風量に基いている。自動制御の key point は各相反する機構が同時に働いたり不要の動力が不必要に要求されないようにし、しかも

(14頁より続く)

誤差があつて正確な時単位の運動が行われなかつた場合は直ちにフィードバック回路が働いて補正を行う。

小数以下の4桁によつては電磁ヘッドがマイクロメートルネジによつて、その数字に応じた量だけ移動するようになっている。電磁ヘッドが移動すれば再びフィードバック回路が働き結局テーブルが小数点以下の数字に相当するだけ移動することとなる。

以上と同じ機構が2組あつて、これが同時に作動して座標決めを自動的に行う。この機械では座標決め以外に切削作業も全部自動的に行うので加工時間は在来のものに比べて約 $\frac{1}{2}$ に短縮せられる。加工精度は ± 0.0002 吋 (5μ) であるが ± 0.0001 吋 (2.5μ) とすることもできると称している。

(18頁より続く)

化に到つては織機における自動化等、実用的段階にあるもの、研究途上のものを含むと数限りなく筆者の寡聞に

与えられた条件に smooth に対応することである。

× × ×

繊維工業では極めて狭い温湿度範囲内で生産を行わなければ不可能ということは少い。われわれの経験での現状の様子は次の如くなつている。

精度の点ではナイロン靴下の編立室、これは温度が急激に変化したり、ある範囲を越えると針が折れ湿度が変わるとナイロンの伸縮に影響する。15デニール60ゲージの編立室約150坪が年間24時間運転で $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 湿度 $\pm 3\%$ 程度で全自動で働いている。但しこれは低抗式温湿度記録計に表れている誤差であり $\frac{1}{4}$ 目盛のアスマンでは全室の分布も同上範囲内の誤差に入つている。但し特別の発熱のある motor や蛍光灯の附近は勿論別である。かかる害は機械の組立中もその湿度範囲でなければならぬ。

大きさの点で、3万錘や4万錘の綿、化繊の精紡室や前紡を含めた工場で60~150HP の冷凍機の幾台もが室内の検出部よりの signal で作動し、230HP ターボ冷凍機の2台がやはり定められた温湿度で自動発停している。

繊維工業の発達している国で日本の如く夏期の高温多湿はあまり類がないと思われる。したがつて温湿度調整も特色があり自動制御もそれに伴つている。外国誌の題目は内容も討議されつくし。然し正直にいつて目下自動制御は訓練の最中でありいろいろの方法や考え方の結果が集計され整理され系統立てられるのも極く近い将来とされ、高級な生産工場に各室の温湿度を制御する中央制御室が設けられることも近いと考える。その頃はもうグラフィックパネル等には誰も興味はもたなくなるであろう。

してその総てを挙げる事が出来ない。このように一見立遅れ気味と思われる紡績工業のオートメーション化も最近の計測技術、制御技術の進歩と並行して進みつつあり、古い伝統と相まつてここ数年内にはいわゆるオートメーションの土台が礎かれるものと思う。

参考文献

- (1) パッチ式から連続式へ：角田勝郎；オートメーション, Vol 2, No. 1 (1957) pp 16
- (2) コントロール・エンジニア (自動制御の実際資料第1集) pp 59 (誠文堂新光社)
- (3) 同上, (第2集) pp 75
- (4) 静電気検出による水分管理 (Skinner's Silk & Rayon Record; Feb. 1956)
- (5) 最近の混打綿機の自動制御装置に就て：尾崎一義；繊維機械学会誌, Vol 7, No. 11 (昭29) pp 43
- (6) Der Raper-Autolveler, Textile Praxis 1956, Dec. プリンズ・スミス社レーパー・ドローイング方式及びレーパオートレベラに就て 繊維機械学会誌, Vol. 8, No. 6, 昭30 pp 61
- (7) オート・ドラフタ：豊田自動研究報告 (No. 6 1956) pp3 02