

製糸機械改善の発想源を求める

信州大学繊維学部教授 白 井 美 明

今日糸故障あるいは伸度を中心として解決すべき問題は、その周辺に山積している。これらを製糸現業に限ってみると、繭糸集合操作の不備、集合後の過重負荷などの改善が上げられる。いづれも操作関係の問題なので、現用の機械を使用しつつこれを解決することは殆んど不可能と考える。勿論経験技術により軽減させることは出来るが、それはあくまで軽減であって当面を糊塗するという域をでない。吾々はむしろ積極的に原料依存性から脱却し、この問題から抜本的に別れるべきである。すなわち製糸工程の姿自体をも含めた機械の改変が必要だと考えている。画家でいえばデッサンのやりなおしであろう。ここではその際必要となる発想源をどこに求むべきかについて、のべてみたい。

I 研究の型と対応法

一般に問題を解決する研究の型は、新製品指向型、新製法指向型、工程指向型、性能指向型に分けられるが、吾々の場合すでに繭糸の提供を受けているので工程指向型と新製法指向型とが採られるであろう。

工程指向型とは従来の工程をよく観察し、それを発想の核とし、スマートで低コストのプロセスのレイアウトを作り上げるものであり、新製法指向型とは製法の探索が好きで、何か新しいタイプの製法はないかとせめたての型の研究である。今日的な問題は後者の研究によるところが多い。勿論生糸の製法は決っているので、その操作の主流の変更は考えられない。副操作の範囲に止まるだろう。例えば大中節の除去は別工程あるいは揚返工程に移し、総量決定は後続工程にゆだねるといったことである。この研究の成果は工程指向型の研究で結局つつまればならぬ。

さて新製法指向型の研究においては問題の性質から2つの対応の仕方がある。すなわち正攻法と回避法とである。前者は例えば糸故障の発生はやむを得ないとし、これを自動的に修正するロボット機械を作ろうとする態度を採るか、あるいは何とか煮繭までの研究でその発生を防ごうとする態度を採るものである。後者は現在の集緒法では糸故障が当然起きるときめ付け、このような集緒法に代って糸故障の発生は全く考えられぬという集緒法を工夫しようとする態度を採るので、例えば湾曲累重している繭糸を先づ直線化し、その節を除去消滅させ、しかるのち生糸に集緒させるというものである。吾々は今まで前者の態度をとっている。以上は問題解決への発想源の分れ路である。

II 実験と実際との関係

正攻法で問題解決を計ろうとし先づ実状調査のため実験を行うときの条件について考えてみる。実験の対象が実際そのものであるときは問題にならぬが、これを抽出して机上実験に移したとき発想源の妥当性をまどわし、問題となりやすいからである。ある實際をその性質をかえずに机上の小規模装置に具現させることをスケールダウンと云うが、果してそのようになっているか否かの証明がない限り、実際と小規模実験とが同一現象であると云い切れず、全く別の現象と結

果とであり、発想源とならぬことが考えられる。これは相似則概念の整理によってのみ克服できることである。この逆すなわち実験現象を実際の生産工程内に具現させるときも同じことが云える。これをスケールアップという。

相似則とはサイズのちがった2つの物理系例えば装置の相互の間の関係に対処するときの一つの思想であって自然界の一般原則である。パイプから水が吐出している現象において、吐出に関係ある因子の組合せかたを変えてその影響力を2倍にすると、吐出量は2倍となることは肯定できるだろう。相似だからである。この思想の最も簡単なのは幾何学的相似で説明を要しない。相似比は寸法比だけである。

ところが相似性はこれのみに存在するものでない。すなわち静力学的、運動学的、動力学的の相似があり、すすんで熱的相似、化学的相似がある。したがって相似比は対応時間比、対応力比、対応温度比、化学的濃度比などに拡張してゆく。これらの比を基準に用いて調べた結果2つの大小の現象は相似であると証明できたとき初めて一方の結果は他方の結果に一致すると云える。大小の現象の性質が同じになるからである。

ただし相似比を構成する因子（相似基準）のなかには現象に対し支配的に影響するものとそうでないものがあるので、近似の相似性という考えが許されている。そこで因子の支配力のはっきり区別できるときは、支配力の弱い因子を省略した近似の相似を作り、一方の結果は多分他方の結果に一致するであろうと云うことになる。この推定は論理性をもち、単なるめくら推定と異なりその信頼性は高いのである。吾々は少くともこの程度の考慮をはらって製糸実験の条件を決め、結果の価値判定を行い、発想源として活用すべきであろう。

これらを例示しよう。今ピーカーで煮繭する場合をとる。1粒の試料とある条件とで得られた結果を2粒の試料を用いて再現しようとする。これはスケールアップなので、相似を保ち、相似比を1対2にする必要がある。ピーカーの寸法、水量、熱源などは原理的に相似比に一致させることができる。しかし繭自体の幾何学的相似はくづれ、従って熱水のフローパターンの相似も成立しないので、粒数の変更によって全体としての相似を実現することはできない。つまり再現は不可能だということになる。これでは困るので近似の相似で満足することになる。ただしこの場合、粒数差や熱水のフローパターンという因子は省略してよい程支配力が弱いことを証明しておく必要がある。実験の性質は相似の成立によって等置されるものであり、同性質の実験のみが等しい結果を再現させるのである。

そうすると注目現象を相似に保って抽出するのにどんな相似基準を採るべきか、またその支配力はどのようになっているか、あるいは採り出したいいくつかの相似基準はどのように組合わさって結果に影響しているか、という問題が残っているのに気が付く。吾々の場合豊富な経験にたよるほかないが、簡単な現象ならば π 定理から出発した次元解析法で知ることができるであろう。

■ 繭糸の集合効果

絹織物を作るのに繭糸は細すぎるから集めて太くし、生糸とするのだと考えてよいだろうか。この考えには大きな誤りがある。これを起因にさかのぼって説明し、機械改善の発想源の選択に役立てたい。

吾々の日常生活用品特に繊維製品は多くの物性を同時に併有することが要求される。しかも併有物性相互は一見常識的に互に矛盾していると考えられる場合が含まれがちである。例えば通気性があるであたかひの如くである。保温性をよくするに、空気の貫流は許すべきでないのに。

このような併有物性は互に排反属性であるという。そして特にこの属性の両立を吾々は望むものである。電気を通す物質は光を透さぬものが多いが、この通念に反してこれらに透明であることを望むのもこの類である。これに対し吾々はどんな工夫を凝らしたであろうか。先づそのような新物質を作り出そうとした。次に複合材料の考えを導入した。また集合効果の利用を計った。その成果は例えば合成高分子物質、鉄筋コンクリート、鎖に現われている。ところが排反属性の内容と数とが複雑多種になってくると、その要求に耐えられるのは集合効果のみにしほられてくる。集合効果は何辺でも累重できるからである。まさに繊維製品はこの点を利用したものなのである。もしも繊維が単にシート状であればよいならば、製糸、機織、縫製などの厄介な手法は採らなくてもよい筈である。一部に不織布が登場したのはこの考えによる。集合効果とは集合の全体が単体にも媒体にもなかった新しい物性を発現することを云う。生糸について云えば、単体は繭糸であり、媒体はそれを取巻く空気となる。ただし媒体の占めるべき多くのスペースにセリシンが充填されているので、集合効果は可成り減殺されていると見るべきである。したがって繭糸に集合効果を与えようとして行うのが製糸であり、その結果得られた全体は生糸と呼称されていると解すべきである。発想源の如何によってはセリシン充填スペースが変量するであろう。すなわち集合効果が変り例えば伸度、かさばり性などの差となって現われてくる。

Ⅳ 発想源としての手

今まで発想源はどの方向に求むべきか、発相源は的を射ているか、的の姿はどうかなどに関連した一般的論議についてのべてきた。しかし当初に示した問題はすべて操作がリードして解決すべき問題であり、操作は機械で行うのが常識であり、機械は手の運動の代替物なので、手の運動から道具、道具から機械への発展過程を知るのは勿論、原始的な手の運動について研究し、それを発想源とすべきことは明かである。吾々の場合も太古の衣服が手のみでといてよい状況下で作られたことを想起したい。しかし手の運動の研究調査は従来工学または物理学的サイドからの裏打ちを与えるという態度で行われたので、その成果は余り工学に役立たなかった。そこで解剖学や生理学的サイドに立って工学を批判するという態度でこの研究は行われねばならない。研究は先づ分類から始まるが、ここでは義肢工学的な考えで行ったものを紹介しておくことにする。

手の運動は掴む手、保つ手、探る手、形つくる手に大別される。しかしその内容は更に次のように細分できる。すなわち掴む手は取る、保つ、離すの連続したもので、その全部を経て目的は完了している。保つ手は保つこと自体が目的で、抑える、支える、把持するに分かれる。探る手は元来調節を目的として行うもので触れる、感ずるに分かれる。形つくる手は吾々のための重要な手本となるもので、圧する、分割する、接合するに分ける。余談となるが対象物のもたねばならない原則的条件を示すと「掴む手の対象物の形態は変化しない」「保つ手の対象物の形態も変化しない、しかしこのときの状態は変り得る」「形つくる手の対象物は形態と状態とが変る」となる。その結果手と対象物との間に介在物すなわち道具があるとすれば、道具のもつべき原則は次のようになる。

つかむ運動の道具はその作業面が対象物の接点に適合していなければならない。対象物の形態は千差万別なので、その作業面は多種多様となる。このことは保つ運動の道具についても云える。探る手はこの原則にきびしく従う必要がない。形つくる手の道具は極めて積極的で、作業面は対象物を自分に適合せしめるという原則をもつ。作業面とはドライバーの尖端とかスパナーの挟み面などの作業をする面のことで、適合とはマイナスドライバーでプラス木ねちを廻すことが

出来ないことで了解せられたい。次に道具は接手面を必ずもっており手に適合せねばならない。その適合状態は運動の種別によって変る。これは握りの研究の対象で、吾々に参考資料を提供してくれない。総括すると接手面と作業面とをもつものを道具という。

さて形づくる手にもどる。その運動の3区分を更に細分すると、圧するは「捏ねる」「押しつける」「押し込む」「押しくだく」となる。分割するは「打つ」「引搔く」「載る」「穿つ」の4基本型となる。また接合するは補助物の有無により2群に分けられる。すなわち、はめ込む、編む、結ぶ、織る、撚るなどのものと、縫う、ねち留る、ハンダ付けるなどである。縫糸やねちおよびハンダは補助物で、そのため対象物に加える変形運動は少くてすむ。機械化はそれだけ容易である。たとえば自動糸結機を工夫するよりも繭糸端の自動糊付接着機の方が実現させやすいのである。以上を道具と対比して示すと第1表のように例示できる。

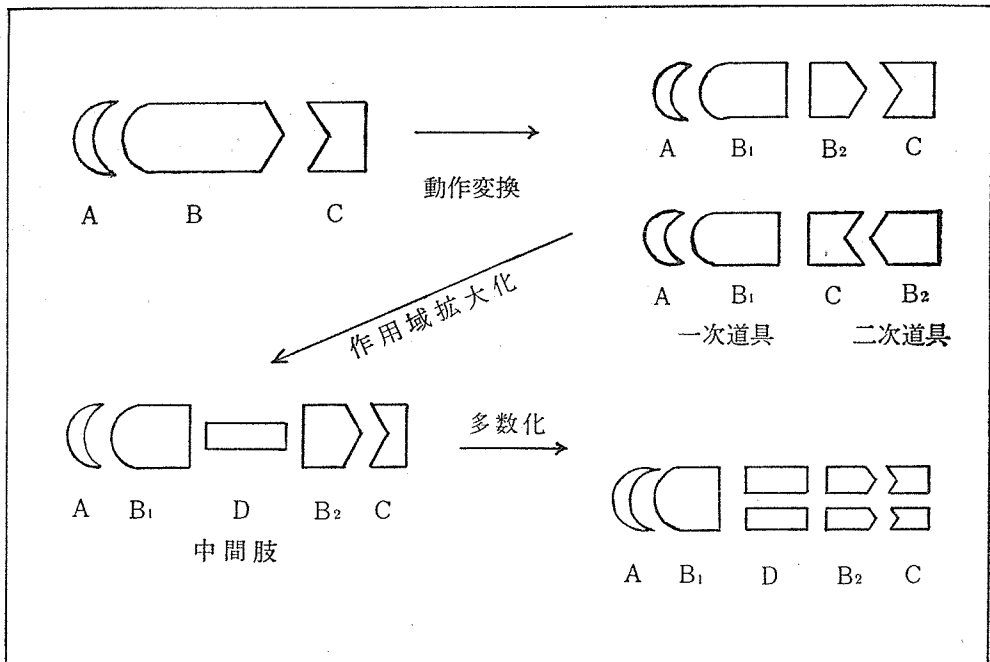
第 1 表 手 と 道 具

手 の 運 動			対 応 道 具
握 む	取 る→保 つ→は な す (は こ ぶ)		ピンセット ヤットコ スプーン ショベル ベルトコンベア
保 つ	お さ え る さ さ え る 把 持 す る		重 し ブックエンド ベアリング 支 柱 ドリルチャック 帯ブレーキ
探 る	触 れ る 感 ず る		カリパス 織度感知器 温 度 計 硬軟測定器
形 づ く る	加 圧	こ ね る 押 し つ け る 押 し こ む 押 し く だ く	製 麵 ロ ー ラ 印 刷 刻 印 プレス機の型 製 粉 ロ ー ラ
	分 割	打 つ 引 搔 く 切 る 穿 つ	石工ハンマー 熊 手 ヤスリ ノコギリ カンナ ナイフ ハサミ ドリル
	接 合	一 群 二 群	糸 結 び 器 織 機 ねち止めボート 繰 糸 機

V 道具の発展過程

道具は性能と形態との両面に発達してゆくものであるが、機質向上は主に性能向上をもたらし、操法が形態をかえてきたので、形態の発展経過をのべ発想源の実現への一助としたい。

道具が新しい形態を成立させてゆく経過を象徴的に示せば第1図のようになる。Aは手、Bは道具、Cは対象物である。またBの円弧部は接手面を、三角頂点は作業面を示すものとした。



第 1 図 道 具 の 変 化

また道具を二分したことにより分割の動作変換の組合せは第2表のように多数となり、道具の種類は極めて多様となったのである。

第 2 表 動 作 の 組 合 せ

動 作	打	つ	引	揃	く	切	る	穿	つ
記 号	□		—					.	
□	□	□	—	—					
—	□	—	—	—					
	□		—					.	.
.	□	.	—	.			.	.	.

道具は中間肢の介入により機械らしくなり、それが直線送りから円形送りに移行し、その全体はいよいよ機械に近づいて行った。吾々は円形送りに対し強く機械を意識するものである。また中間肢にタイムラグを与えると第1図の多数化モデルのCが同一対象物の場合、両手機械あるいは自動機械に近づくことができる。

Ⅵ 当面の発想源分布

工程指向型研究に結び付くものとしては、繰棒およびその回転方式の改変による緒別自動繰棒輸送、輸送を兼ねた揚返機、自動糸継ぎ方式、その他の自動周辺操作などが例示できる。製法指向型のうち正攻法の研究としては、大中節除去のできる自動糸継器、生糸の自己調正能力をもつ

送り出し装置などが中心となるだろう。またその回避法としては、大中節のフリーパス繰糸機、糸条仕上機（除節、糸結び、張力歪の消去、総量決定）の新設が考えられる。勿論後者は揚返機と酷似するが、一刻も早く枠上生糸張力をゆるめることと、自動ストップを可能にすることのためボビン捲きとし、従来の揚返機は残存生糸張力の消去と、総形態の決定のみに専念し、揚返切断の皆無を期待する。煮繰分業、索緒分業、抄緒分業という分業化の技術史はこのようなことの必然性を示し、且つ機械化、自動化の可能性を示すものと考えている。以上を通覧すると苛酷な条件下における自動糸継器を安価に完成することが中心となるかも知れない。当面役立たぬ話に終始したことを御詫する。