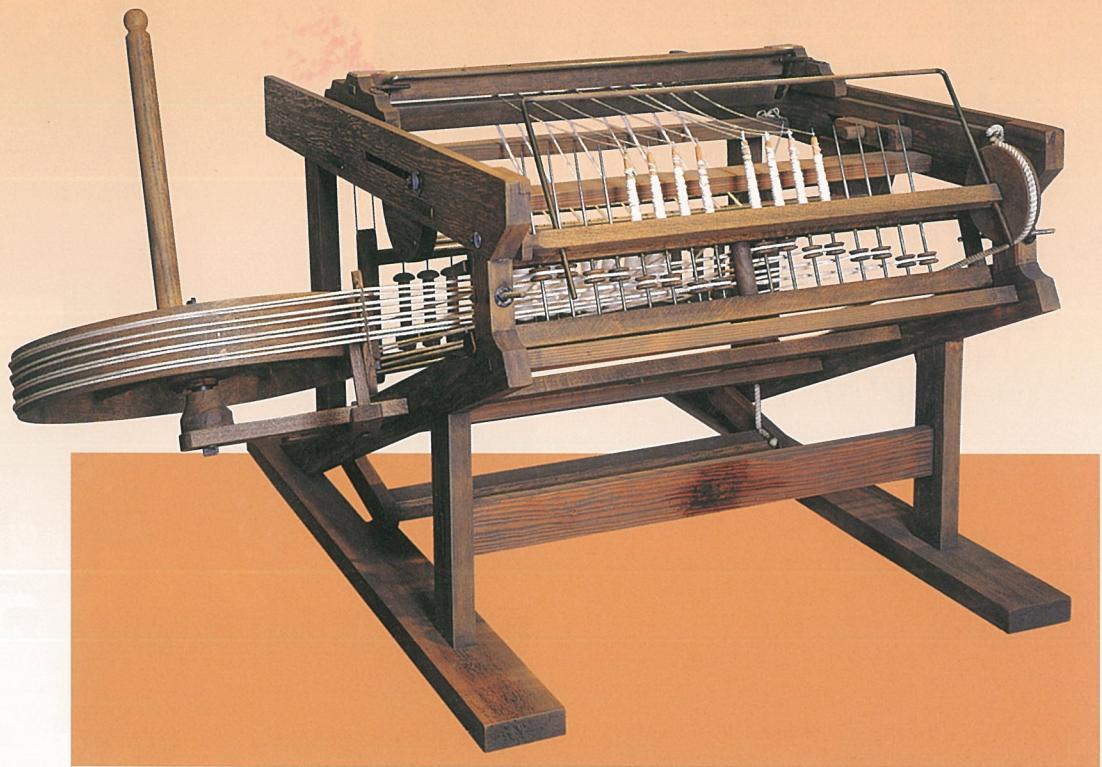




「モノづくり」と  
「研究と創造」



## CONTENTS

巻頭言 「新生」	②
記念館トピックス	②
研究と創造の広場 「紡ぐ・織る技術の基本」その(2)	
産業革命を起こした紡織機	④~⑦
データ&インフォメーション	⑧

# 卷頭言

産業技術記念館理事  
トヨタ車体(株)会長  
**尾藤 三郎**



## 新 生

新たな年1997年を迎える。本年は2月14日がトヨタグループの始祖であります豊田佐吉の生誕130周年に当たり、またトヨタ車体(株)の基であるトヨタ自動車(株)の創立60周年の年でもあります、おめでたい記念すべき節目として明るい一年になることを期待しております。

豊田佐吉は明治維新の王政復古が宣言された慶応3年(1867)に生まれ、トヨタ自動車は日中戦争が勃発した昭和12年(1937)に設立されたのであります、いずれも激動の時代に誕生したのであります。

トヨタ車体はトヨタ自動車のボディ専門工場である刈谷工場(前身は昭和11年5月完成の(株)豊田自動織機製作所自動車組立工場)が、終戦時の混乱の最中に分離、独立して昭和20年8月31日に設立されました。

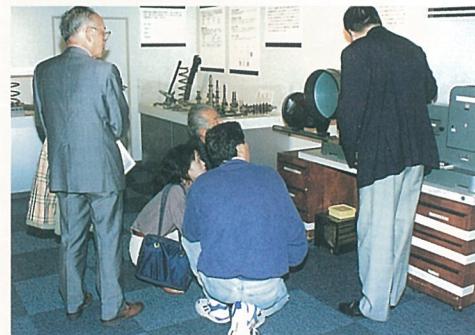
トヨタ車体設立の背景には、自動車、特に乗用車の量産化を完遂しようとする創業者豊田喜一郎の強い信念があります。当社の3代目社長の立松巖が、昭和44年6月19日に行われた自動車工業振興会の座談会で「挙母への移転に際して喜一郎さんは私に向かい『自動車工業はとかく採算のとれぬ事業である。そこで先行き万一自動車工業が国営になることがあるとしても、車体工場を分離しておけばトヨタの名前を残すことができる。そこで君は挙母へ移るのをやめて、この空き家でボディを量産するのを考えろ』という指示をされました。喜一郎さんの胸中には、この時点ですでに『車体工場』の早期分離の方針が生まれていたものと想像されます」と述べています。(昭和50年(社)自動車工業振興会発行「自動車史料シリーズ(2)日本自動車史口述記録集」163頁)

戦争という非常時にあっても喜一郎は国産乗用車の量産化の夢を抱き続け、最悪の事態でもトヨタとして生産拠点だけは確保しておくために、昭和15年11月には車体製造部門の分離による新会社設立を商工省に申請しましたが、戦力低下を理由に受理されず、結局終戦直前に設立が認められました。設立後間もなく、GHQの財閥解体を避けるため、社名を刈谷車体にするとともに、社長が創業者の豊田喜一郎から豊田平吉(トヨタ自動車豊田英二名誉会長の尊父)に交代するなど、設立時から激動の渦中におかれました。

その後トヨタ車体は、設立趣意書にもありますように自動車工業と車体工業が相互に補完し合う「唇歯輔車の関係」の下に、拡大するトヨタ自動車の生産の一翼を担ってまいりたのであります、一昨年には創立50周年を迎えることができました。私どもといたしましては、創業期と同じように新生の気に燃えて、創業者の夢をさらに大きく育てるべく、「モノづくり」への飽くなき挑戦を通じて、RV・1BOX車を中心とした生活空間を豊かにする良い商品の提供に努めてまいりたいと存じます。

# 記念館トピック

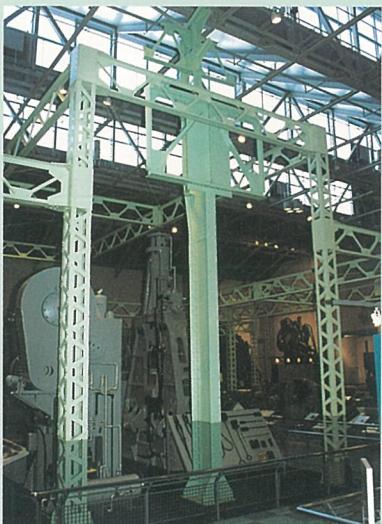
秋になって、学校行事の学生、生徒でぎわいを見せる産業技術記念館では、第2回特別展「鉄鋼材料展」が開催されました。一般の人には身近にありながらあまりなじみのないテーマでしたが、興味深げに長い時間会場にどどまる若者、他の展示場に行こうとしない小学生などの姿が多く見受けられました。





#### ■静岡県湖西市で豊田佐吉発明展を開催

湖西市少年少女発明クラブが主催、湖西市役所、豊田佐吉記念館、産業技術記念館などが共催する豊田佐吉発明展が、同クラブの創設20周年記念事業として、少年少女発明くふう展とともに10月30日から11月10日にかけて、湖西市民会館で開催されました。



#### ■第10回トヨタコンファレンス講演会開催

11月15日(火)、産業技術記念館大ホールにおいて開催。「原子・分子を探る」をテーマに、大阪大学の青野教授、理化学研究所の河合主任研究員のお二人による講演がありました。

#### ■故豊田信吉郎氏社葬

9月26日、織維産業とトヨタグループの発展に尽くされた前豊田紡織会長の故豊田信吉郎氏の葬儀が営まれました。

#### ■トヨタ本社鍛造工場の鉄柱を展示

昨年夏に建替えのために解体された、1938年完成のトヨタ自動車本社鍛造工場建屋の鉄柱を自動車館に展示しました。高さ約10m、重さ約2トンの鉄柱はリベットで組み立てられ、高さ7mの位置に天井走行クレーンを支える梁とレールを備えています。

# 展示解説「紡ぐ・織る技術の基本」その(2)—— 内田星美 産業革命を起こした紡績機

産業技術記念館の「紡ぐ・織る技術の基本」の展示の一一番奥に、「イギリスの技術革新」としてジェニー、ウォーターフレーム、カード、ミュールの四台の機械の複製が置いてある。紡績機の発明が産業革命を起こしたということは、中学高校の教科書にも書いてあるが、複製にしろこの四種類の機械が見られるのは、日本の中でここだけである。これらが並べて置いてあるのは、なぜその発明が画期的であったか、四種類の機械の働きがどう違うかを実物を見て具体的に分かるようにするためにある。そのことは、前回（館報VOL.5）で説明したそれ以前の紡ぎ車と比較してみると分かりやすい。



■展示コーナー全景

## 1. 多軸化による生産性の向上

紡ぎ車も紡績機も、綿花や羊毛の纖維の細長い房（簇・スライバー）あるいは太いふわふわした糸（粗糸）を原料として糸を作る設備で、原料も製品も同じである。糸にする方法も、引き伸ばして撚って紡錘に巻き取る、という原理は全く同じである。では違いはどこか。実物を見ると紡ぎ車には1本の糸しかかっていないのに対し、紡績機は1台で何本もの糸を作っている。言い換えれば、紡ぎ車では1人が1本の糸しか作れなかったが、紡績機が発明されたことで1人で同時に多数の糸を作ることが可能になったことを意味する。その結果糸の生産が何十倍にも増え、しかも値段が安くなつて、人々の衣生活が豊かになつたのである。それは紡績機において一度に多くの紡錘を回す工夫がされたからで、これを多軸化と名付ける。

多軸化すれば能率が上ることは以前から分かっていたので、すでに糸になったものを撚る絹の撚糸機は17世紀から多軸化されていた。日本でも八丁撚糸機の発明があった。しかし綿花や羊毛のような短い纖維の集まりを紡ぐ工程を多軸化するには、特別の工夫が必要であった。

## 2. 不連続紡績法と連続紡績法

ジェニー、ウォーターフレーム、ミュールの3種類は精紡機と総称される。いずれも多軸化した綿糸を作る機械であるが、外見が違うとともにそれぞれの紡ぎ方も異なる。その違いは、それ以前にあった2種類の紡ぎ車の違いを継承している。さきに展示されていた日本の糸車やヨーロッパのグレートホイール（ジャージー紡車）は、紡錘を斜めにして先に纖維をひっかけてしばらく撚り、次に直角にして巻き取る、という動作を交互に繰り返す、不連続紡績法である。これに対してヨーロッパでは15世紀頃から、紡錘にフライヤーと称する先が2本の鉤のようになった部品の軸をはめ、纖維を鉤にひっかけてから紡錘に巻き取るようにしたサクソニー紡車が現れた。これでは紡錘とフライヤー（図2-1）の回転速度の差のために纖維が中間で撚られ、紡錘を回すだけで連続的に紡績される。ジェニーとミュールは不連続紡績法を多軸化したものであり、ウォーターフレームは連続紡績法を多軸化したものである。

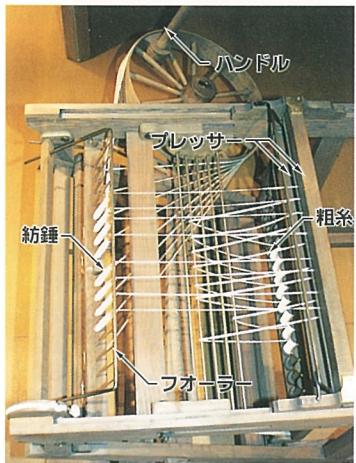
## 3. ハーグリーブズのジェニー



ジェニー紡機

糸を紡ぐには、プレッサーを右に動かしながらハンドルを回すと、粗糸は下の方では管から引き出され、プレッサーと紡錘の間では引き伸ばされ、紡錘の回転によって先にひっかけた糸が撚れる（図1-1）。引き伸ばしと撚りが終わったら、紡錘のそばで上に渡したフォーラーと呼ばれる針金を片手で押し下げ、糸を軸の途中に滑らせ巻取りの位置にする。ハンドルを回しながらプレッサーを左へ戻していくと糸が紡錘に巻き取られる（図1-2）。この引き伸ばし→撚りかけ→巻き取りの動作を交互に反復するので、ジェニーはジャージー紡車と同じ不連続紡績法を行っている。

これで分かるように、ジェニーは紡ぎ車と同様に人間が手加減しながら動かす機械であつて、動力で動かしてはいらない。そのために従来の手紡ぎと同様に農家の家内工業用に普及し、多軸化のおかげで大いに生産性が上がつた。しかしジェニーでは撚りの弱い横糸はできたが、丈夫な縦糸の生産には適さないという欠点があり、やがてこれを改良したミュールにとって代わられ、実用されなくなつて、明治時代に日本が西洋の纖維技術をとりいれた時にもジェニーは入らなかつた。



残存する珍妮の実物は、英国のマンチェスター科学産業博物館、ブラックバーン織維博物館等で見ることができる。これらの産業遺物および当時のいくつかの図面などによって、珍妮もハンドルの位置が縦だったり、紡錐の数が増えたりと、いくつかの変種があったことが分かる。

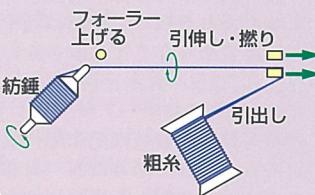


図1-1

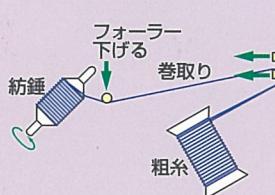
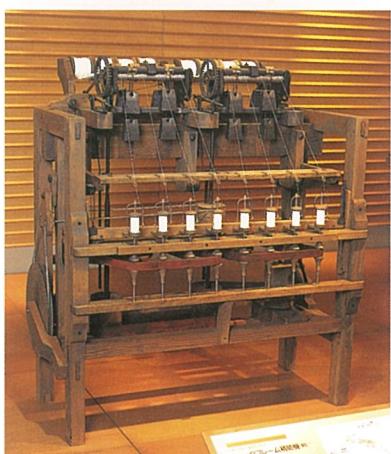


図1-2

図1 ジェニーの動作（不連続紡績）

#### 4. アークライトのウォーターフレーム（水力紡績機）



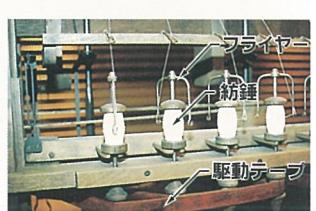
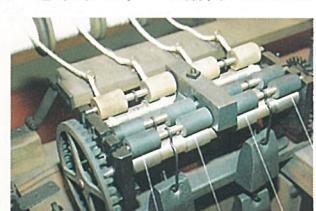
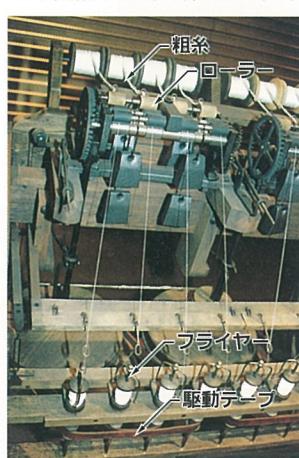
ウォーターフレーム

1769年にアークライトが特許を取った、世界で最初に成功した連続多軸紡績機である。これはまたウォーターフレームの名が示しているように、初めから人力ではなく水車の動力で動かす、工場用の機械として設計された。この2点が珍妮やミュールとの大きな違いである。

産業技術記念館の複製を見ると、木製の枠の上部に太い粗糸を巻いた管が8本あって、そこから8本の糸が下がって下部の棚に差したフライヤーの付いた紡錐に巻取られる。すなわちサクソニー紡車と同じ連続紡績法をおこなっているのだが、紡錐の軸は枠の内部にある鼓のような車から張り渡した革の紐（テープ）と下の方で接触して同時に回される。この車は天井の軸まで伝達されてきた水車の回転力によって回されている。展示された機械は糸8本で1セットになっているが、実際の工場ではこのような枠が何セットも横に並んで、1台の水車で同時に回されていた。

粗糸の引き伸ばしは、人の指の代わりに水平に置いた3対のローラーがおこなっている。上下のローラーに挟まつた粗糸はローラーの回転によって引き出されるが、前のローラーが後のローラーよりも早く回転するので、糸は引き伸ばされて細くなる（ローラードラフト：図2-2）。水車の動力を受けた下部の軸から回転が上向きに伝えられて、歯車仕掛けによって3対のローラーが異なる速さで回るようになっている。したがってこの機械では引き伸ばし・撚りかけ・巻取りはすべて動力でおこなわれ（図2-3）、人はただ粗糸がなくなったときに管を取り替え、紡錐にいっぱい巻かれたときに取り外し、糸が切れたときに機械の回転を止めてつなぐ、という間接労働をすればよかった。

ローラードラフトの原理による紡績機はすでにワイアットとポールが1738年に発明している。しかし彼らの工場は運転に失敗した。アークライトは原理的な発明者ではないが、次に述べる前工程の機械と併用して、実際に成功した工場システムの創始者として、その産業史上への功績は大きい。アークライトの工場で使われていたウォーターフレームの実物は、前記のマンチェスター科学産業博物館に保存されている。その後ウォーターフレームは巻き取りの部分が改良されて、フライヤーに代わるスロットル・リング精紡機に取って代わられたが、ローラードラフトの原理と紡錐の駆動装置は現代の精紡機にそのまま受け継がれている。



紡錐部

図2-1

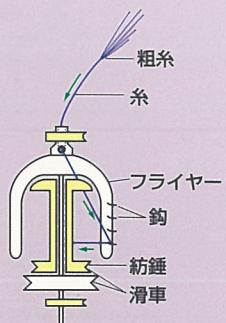


図2-2

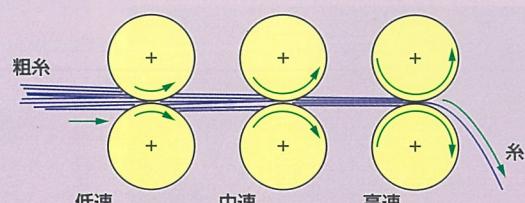


図2-3

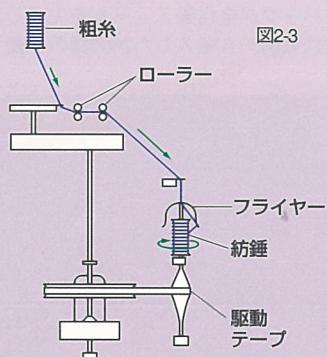
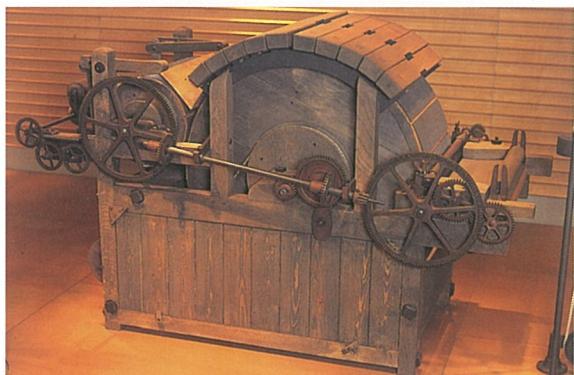


図2 ウォーターフレームの要素と動作（連続紡績）

## 5. 梳綿機と紡績機械システム



梳綿機

ところでジェニー、ウォーターフレーム、後に述べるミュールなどは正式には精紡機という。糸を作るための最後の仕上げの機械という意味であって、その前に幾つかの工程が必要なのである。手紡ぎの場合でも、羊毛は石鹼で洗つて油や汚れを取り、綿花は種やごみを取つてから塊をほぐし、纖維を同じ方向に揃えてやらなくてはならない。後者の工程は梳綿（羊毛の場合には梳毛）と呼ばれ、2枚の針金を植えた板（カード）の間で纖維の塊をこすつて方向を揃えていた（図3-1）。アーカライトは動力で動かす梳綿機の特許を取つた。この機械の複製も産業技術記念館に展示してある。原理は同じであるが、回転する円筒の表面に針を植えた布（針布）を張り、その上に向き合つた針布を張つた板をのせる。右側から円筒に逐次綿を送り込んで針布の間を通して梳き、左に並んだ反対に回転する小さな円筒で綿を引きはがし、左端で搔き取つて連続した錐の棒（スライバー）にして、下に置いた缶の中に落とす（図3-2）。

梳綿でできたスライバーを精紡機で一度に細い糸にすることはできない。ローラードラフトの限度があるし、スライバーの不均一が糸に残つては困る。そこでアーカライトは梳綿と精紡の間に練糸・粗紡という中間工程を設けた。このような紡績工場の一連の機械システムは現在まで引き継がれつてゐる。



針布（2つの円筒が接している部分を展示物の裏側より見たところ）

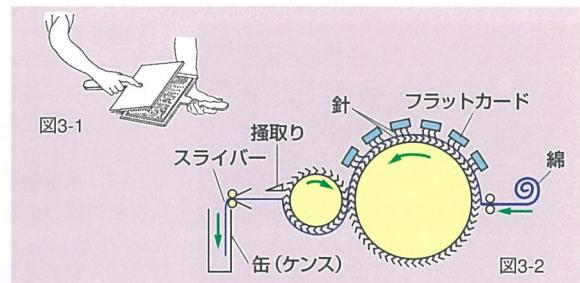
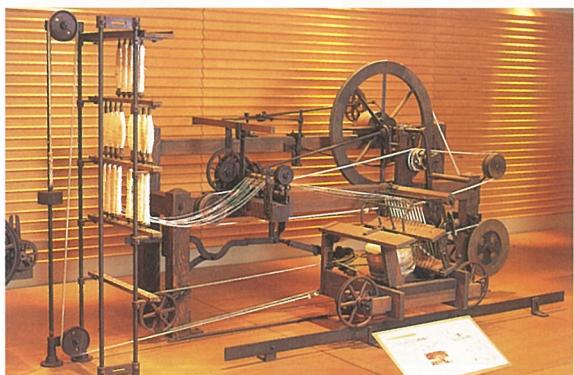


図3 ハンドカードと梳綿機

## 6. クロムプトンのミュール

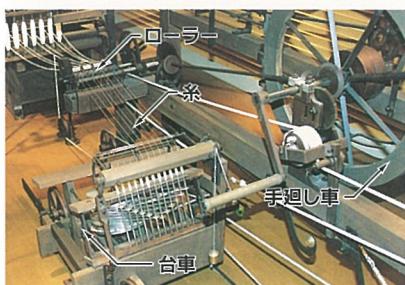


ミュール

1780年にクロムプトンが発明した精紡機である。ミュールといふのは馬とロバの合の子といふ意味で、不連続紡績法のジェニーを改良した機械であるが、ウォーターフレームのローラードラフトをとり入れたのでこの名がある。ジェニーのようにプレッサーで引き伸ばさず、ローラーの引き伸ばしに合わせて台車に乗つた紡錘がレールの上を前進し、紡錘が回転して撓りがかけられる（図4-1）。フォーラーワイヤを倒して糸を下げ、巻取り位置にしてから台車を後退させ、紡錘の回転によって巻取る（図4-2）というサイクルを繰り返す。ローラーと紡錘と台車の運動は、すべて1人の回す車から歯車または滑車を経て伝えられるので、手動ミュールは三つの系統の運動を起こすための多数の紐がかかった複雑な外見をしている。

台車が移動することで、引き伸ばしの際にジェニーやウォーターフレームのように粗糸が強く引っ張られることがないので、ミュールではごく細い糸でも安心して引くことができる。また、縦糸でも横糸でも製造できるという長所があるので、19世紀初めの英国の綿紡績業では爆發的に普及したのである。当時の手動ミュールの実物は、クロムプトンの住んでいたボルトンの博物館に保存されている。

手動ミュールも台車を横に延ばして100錘以上まで錘数を増やしていくが、それとともに部分的に水力あるいは蒸気機関で駆動して工場で使用する努力が進められた。最終的にロバーツが全自動ミュールを完成したのは1825年である。日本の綿紡績工業は、明治10年代に英国から輸入した2000錘の自動ミュールを備えた十数か所の工場から始まった。



フライヤー及び紡錘部

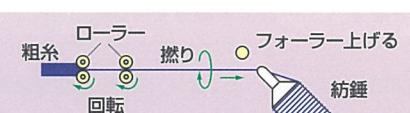


図4-1

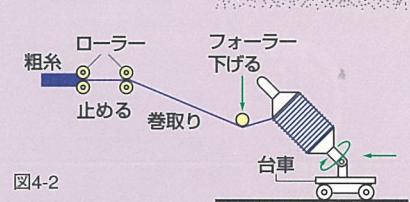


図4-2

図4 ミュールの動作（不連続紡績）

## 7. 手織機の生産性向上=ジョン・ケイのフライシャットル(バッタン)

原料である糸の紡績技術の進歩に合わせて、織物の生産性向上も計られたが、紡績の場合のような多軸化は織物では不可能である。手織機で行っている縦糸の開口→横糸通し→鍛打ち→巻き取りの各動作(館報VOL.5、5頁図2)をできるだけ高速化することが課題であった。

最初の革新は、1733年にジョン・ケイが発明した横糸通しの装置、フライシャットル(飛び杼)である。従来の手織機では織り工が両手を使って横糸の入った杼を左右に交互に通していたが(図5-1)、この装置では織機の左右に杼箱を設け、その両端の革を張った木片(ピッカー)を上の紐を片手で引くことによって動かし、その衝撃で杼を反対側の杼箱まで飛ばすのである(図5-2)。この発明によって織物の生産性は3~4倍に上がったといわれる。

フライシャットルは手織機の付加装置であって在来の家内工業で利用できるために、明治初年の日本の織物产地でいち早く導入され、「バッタン」の名で普及した。

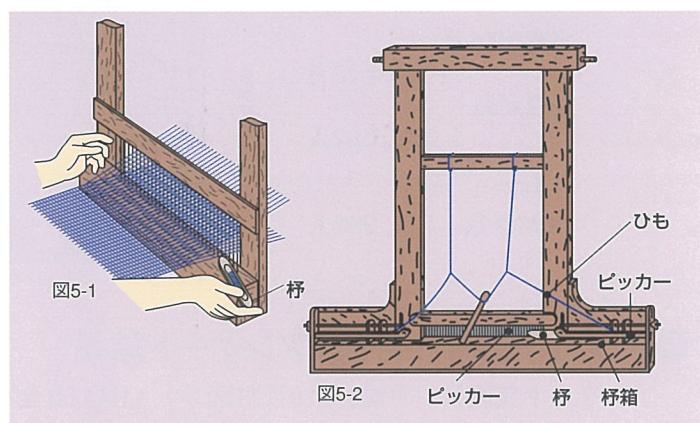


図5 手織りの杼糸通しとフライシャットル(バッタン)

## 8. カートライトの力織機

織機を動力で動かすことは難しかった。開口は上下運動、横糸通しは左右の運動、鍛打ちは前後の運動、巻取りは回転という四種類の運動を、一本の動力軸から伝え、しかもそれらを短時間に順序よく行わせるには、複雑な機構を工夫し、しかもこれを織機の下部や側面に場所を取らないように収めなければならないからである。

1785年にカートライトがこのような力織機の特許を得た。記念館に展示したのはその図である。これは外部から側面に導いた動力で下部に横たえた主軸を回転させ、軸に付けたカムの回転によって手織機を足で踏むと同様に踏み木を上下させて開口運動を行う(図6-1)。また、フライシャットルの手で引く紐の代わりに、側面にスプリングで固定した垂直の棒をカムで押して杼を飛ばした(図6-2)。その後何人もの人が改良を重ね、最終的にロバーツが1823年に力織機を完成して、初めて織物が工場で生産されるようになった。

力織機は動力で全動作を行なうので人手はいらないはずであるが、実際には縦糸横糸が切断した場合に機械を止め、横糸がなくなったときに杼を取り替えるために、1台に1人の人がついていた。これらの作業をすべて機械化して、1人で多数の機械を受け持てるようにするのが自動織機の課題であった。

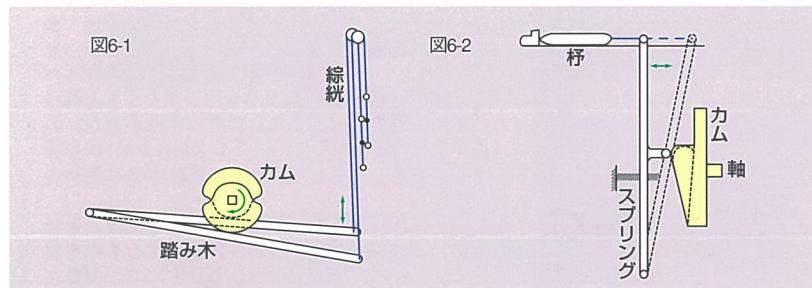
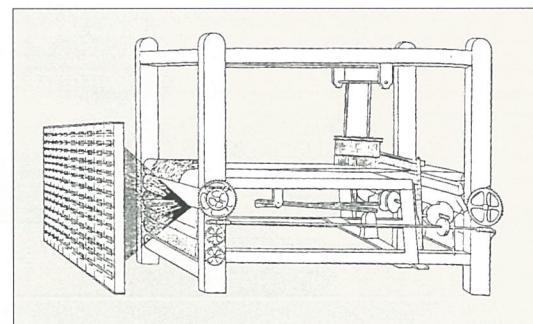
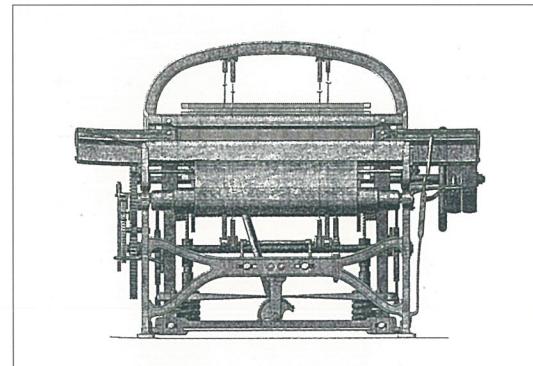


図6 間口機構と杼打機構



カートライトの力織機



ロバーツの力織機

## 9. 産業革命期の技術革新の歩み

以上に述べた紡績機は、この後のコーナーに展示してある全ての織維機械の先祖である。これらは全て18世紀の半ばから19世紀の初めにかけて英国で発明された。同じ時代に進行した材料・機械加工・動力・輸送などの関連技術の革新の歩みを、コーナーの最後に一覧表にしてある。

展示した模型で見られるように、初期の紡績機は大部分が木製であって、紡錘や歯車だけが鉄製であった。しかし自動ミユールや力織機は全部鉄製になる。これは材料技術の面で、コークスを使った製鉄法が普及して鉄が大量生産されたおかげで、高速の運転に耐える鉄製の機械の製作が可能になったためである。鉄製旋盤・平削り盤・ボール盤などの発明により、これらの鉄製部品が正確な寸法で能率よく生産されるようになった。また鉄製の大型水車ができる、ウォーターフレームなどの機械を一度に多数動かせるようになり、ワットの発明した回転蒸気機関はすぐに紡績工場の動力として用いられた。アメリカ大陸からの原料綿花の輸送は帆船からやがて蒸気船に切り替えられ、運河や鉄道が開通して港から工場に綿花や動力源の石炭を運んだ。技術の進歩と産業の発達は、いろいろな部門が互いに影響し合って進むことを示している。

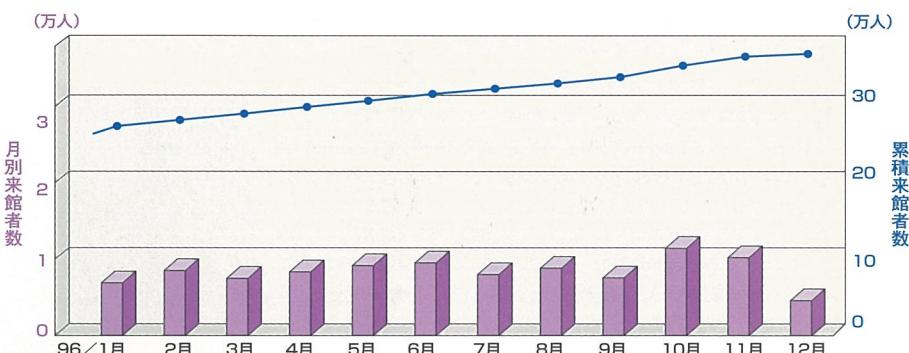
# Data

## ●来館者数

### ◆来館者の状況

平成6年6月～  
平成8年12月  
来館者数  
356,662人

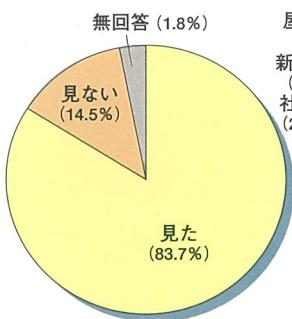
（平成8年1月～12月）  
来館者数 100,988人



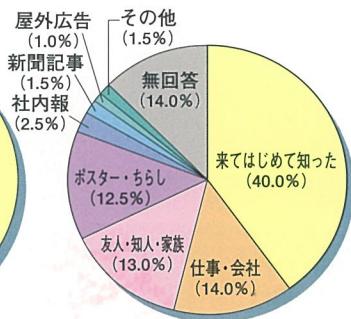
## ●特別展「鉄鋼材料展」アンケート結果

アンケート実施日 平成8年10月31日(木)、11月1日(金)、11月3日(日) N=380人

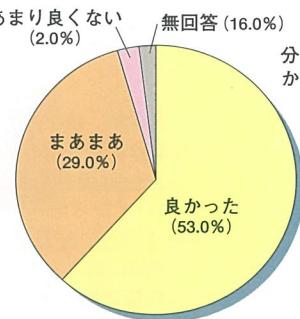
Q1 特別展をご覧になりましたか



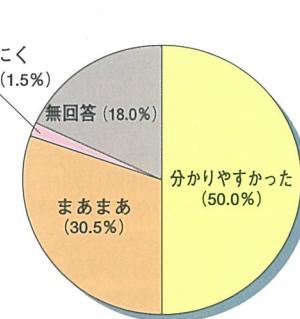
Q2 特別展の開催を何で知りましたか



Q3 特別展の印象はどうでしたか



Q4 展示物について分かりやすさはどうでしたか



# Information

## ●今後の主な行事

### 〈特別展〉

佐吉生誕130周年記念

小説「豊田佐吉一天馬無限」挿絵原画展  
昭和60年1月から翌61年2月まで「中日新聞」に連載された同小説に添えられた、小島俊夫画伯による挿絵414点を展示いたします。

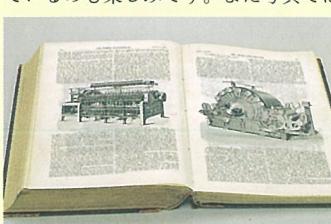
期間／2月14日(金)～4月6日(日)

### ●「豊田佐吉発明展」展示物を常設展示化

新たなコーナー「豊田佐吉の研究と創造のあゆみ」を設置し、これまでの展示物と合わせて佐吉が発明した自動化機構の数々を常設展示化いたしました。

## 図書室の小窓

さて、今回から当館図書室の蔵書を順次紹介いたします。  
まずは織維関係の雑誌から、THE TEXTILE MANUFACTURERです。これは1875年、イギリスはマン彻スターに設立されたEMMOTT AND CO.LTD.から出版され、紡織・染色・機械など織維産業に関わる全ての人向けた総合月刊誌です。織維は当時の主力産業でしたが、雑誌とはいって内容的には素晴らしいもので、カラフルな糸や布の実物見本まで添付されているのも楽しみです。また写真ではなく、お札の絵柄のような見事な図版がたくさん載っているのも魅力です。さらに洋書(雑誌を含む)の多くがそうであるように、紙質が上等なため100年経った今もあまり劣化していないのには本当に驚かされます。



現在図書室には、特許庁から払い下げを受けたものを中心に1886～1887年、1905～1940年代のものを収蔵しておりますが、欠落部分もありますので、閲覧を希望される方は事前に電話等でご確認下さい。  
【052-551-6154(直通)】



## ご案内



## 開館時間

◆午前9:30～午後5:00 (入館は午後4:30まで)  
※レストランは22時まで営業

## 休館日

◆月曜日 (祝日の場合は翌日)  
◆年末年始

## 観覧料

◆大人(大学生含む) 500円  
◆中高生 300円  
◆小学生 200円  
※30名様以上の団体は1割引 ※100名様以上2割引  
※学校行事での来館では学生は半額

## 交通

- ◆【名鉄】「栄生駅」下車徒歩3分
- ◆【地下鉄】「亀島駅」下車徒歩10分
- ◆【市バス】名古屋駅前 バスターミナルレモンホーム  
10番のりば「名古屋駅行(循環)」「則武新町3丁目」下車徒歩3分  
無料駐車場 乗用車 300台 大型バス 10台

館報Vol.7 発行日／平成9年1月25日 発行者／産業技術記念館



産業技術記念館

〒451 名古屋市西区則武新町4丁目1番35号  
TEL 052-551-6115 FAX 052-551-6199