

経済と経営 21-4 (1991. 3)

〈論文〉

ジェニー紡績機再論

水野五郎

はじめに

筆者はさきに論文「ジェニー紡績機をめぐって」¹⁾において、イギリス産業革命期に出現した紡績機のうち、ハーグリーヴス (James Hargreaves) により 1764 年ころに考案されたジェニー紡績機 (Spinning Jenny) について、従来しばしば繰返されたいくつかの見解を検討した。いまここに前稿の結論を簡単に要約すれば次の如くである。

前稿ではまず、ジェニー紡績機の名称について、それが発明者ハーグリーヴスの妻または娘の名に由来するとする説は根拠が薄弱であって、当時ひろく機械類一般を意味した語「エンジン」の転訛したものであることを指摘した。

次に前稿では、ジェニー紡績機の構造と操作について、ソ連科学アカデミー編『世界技術史—太古から産業革命まで—²⁾』（以下『世界技術史』と呼ぶ）のジェニー紡績機に関する記述を引用し、これを筆者の理解するところと対比させて、問題点を検討した。このような方法をとったのは、一般に技術史

1) 『北海学園大学経済論集』第 38 巻第 2 号 1990 年, pp. 1-10.

2) 邦訳 金光不二夫他訳 大月書店 1986 年.

の概説書における個別的な機械についての説明には、ある種の物足りなさが常に感じられ、とりわけ、『世界技術史』のジェニー紡績機に関する記述は、筆者には、その悪しき代表例と思われたからである。「ある種の物足りなさ」とは、読者がそれらの機械について、その具体的な形状や構造を意識の中に再構成しようとしても、そこにおける記述のみからでは困難なことが多く、たとえ客観的には正確な記述が与えられていたとしても、他に判断材料を欠く読者の場合、これらの記述や、それにもとづく結論に対して、当否いずれにせよ、一定の判断を下すのに不安が残るという意味である。前稿における検討の結果、『世界技術史』のジェニー紡績機の記述に関して、次の問題点が指摘された。すなわち、第一に、粗糸に撚りをかける機構についての記述は、紡錘の回転のほかに「プレッサー」と呼ばれる部分にも、加撚機能があるかのような表現がなされている点、不明確であること。第二に、糸の巻き取りについて、「紡錘とボビンとの回転数の差を利用して糸巻きに巻かれる」とされている点は、ジェニー紡績機とは無関係のサクソニー糸車ないしはウォーター・フレームの巻き取りの原理についての説明がなされており、あきらかに誤りであること。第三に、ジェニー紡績機にあっては「紡ぎ手は原動機の役割をはたし、一方彼の加工機能、すなわち糸をつむぐ技能、指の動きは機械がおこなった」としている点は、ジェニー紡績機では、糸車の操作に際して要求された手工的熟練が依然として必要とされ、道具を操作する人間の指や腕の動きが機構によって完全に代替されてはいなかったことを考えると機械としてのジェニー紡績機に対する過大評価であること。以上である。

以上に要約した前稿の考察のうち、ジェニー紡績機の名称の由来に関する部分については、目下のところ、本稿で再び論ずる必要はないと思う。しかし、『世界技術史』の記述に関する論点のうち、粗糸の加撚機構については、前稿執筆後に原著のコピーと邦訳とを対照する機会を得て検討した結果、邦訳のこの部分の訳文に問題があることがあきらかになった。そこで本稿では、まずこの問題を取り上げ、前稿の結論に修正を加えたいと思う。

次に、『世界技術史』の記述についての二つの論点、すなわち、糸の巻き取りの機構、および、機械としてのジェニー紡績機の完成度についての前稿の結論には修正の必要を認めないものの、それらの論点との関連で、ジェニー紡績機の構造と操作について考察した部分は、紙数の関係もあって、かなり圧縮された記述になっており、さきに述べた意味での「ある種の物足りなさ」を感じさせる結果になったことは否めない。そこで本稿では、前稿と相当な部分が重複することをあえて承知の上で、前稿ではごく簡単にしか触れられなかったサクソニー糸車やウォーター・フレームの構造と操作とあわせて、ジェニー紡績機により詳細な考察を加え、再度『世界技術史』の問題点をも検討したいと思う。

最後に、本稿ではジェニー紡績機の動力化の可能性について検討する。これはジェニー紡績機の機械としての完成度をどう評価すべきかにかかわる問題である。もし、ジェニー紡績機に糸を紡ぐ紡績工の手や指の動きに代替する機構がそなわっており、紡績工は原動機の役割のみをはたしていたとすれば、水力その他、人力以外の原動力を適用することが、ただちに可能となる筈である。事実この点に関して次のような見解も見受けられる。

「…大型のジェニーを多数使用するに至ったものは、遂にそれらジェニー紡績機を工場建物 (factory) の中に据えつけ、水力によってそれらを運転するようになった³⁾。」

しかし、この引用を含めて、このような指摘⁴⁾はいずれも、単にジェニー紡績機の動力化の事実を主張するだけで、動力化のためにどのような技術的改良が加えられたかについては言及していない。この点があきらかになれば、「ジェニーにあっては、糸車の操作に際して必要とされた手工的熟練がなお

3) 中川敬一郎『イギリス経営史』東京大学出版会 1986年, p. 24.

4) エンゲルス「イギリス労働者階級の状態」邦訳『マルクス・エンゲルス全集』第2巻 大月書店 1960年, p. 234.

依然として要求され、道具を操作する人間の腕や指の機能が機構をもって代替されるところまでは至っていない⁵⁾」とした前稿の筆者の結論は、あるいは修正の必要を生ずるかもしれない。しかし、動力化を可能にするジェニー紡績機の技術的改良の具体的な事例が与えられていない現状では、この点の検討は困難である。そこで本稿では、間接的な推論に留まるが、前稿で考察したような構造をもつ 18 世紀末ないし 19 世紀初頭のジェニー紡績機が、もし人力以外の動力によって駆動されたとすれば、最小限どのような機構が追加される必要があったかを推論することにより、動力化の可能性の問題に出来得る限り接近してみたいと思う。

1. 邦訳『世界技術史』の問題点

『世界技術史』の邦訳のジェニー紡績機に関する部分は次の通りである。

「ハーグリーヴスの機械は、引伸し機構をもった手動の紡績機であった。梳かれた綿粗糸は特殊のボビンに巻かれ、ボビンと紡錘とが連結されていた。ボビンと紡錘のあいだにはプレッサーという棒があり、粗糸はこれによって撚りがかけられたあと、紡錘とボビンの回転数の差を利用して糸巻きに巻かれる。この機械の構造上の特徴は、ワイアットのドラフト用ローラーの代りに、すべり台の上を前後に移動する 2 本の棒でできているプレッサーを使ったことである。紡ぎ手は、片手でプレッサーを引いて糸を引っ張りながら、もう一方の手で手まわし車をまわし、紡錘を回転させて、糸を撚る。この機械の作業は、実際には 3 つの基本的な運動に分けられる。手まわし車の回転とプレッサーの前後の直線運動と針金を押し下げである（この針金によって糸は、巻き取るのにぐあいのよい位置におかれる）。このように、ハーグリー

5) 水野五郎「ジェニー紡績機をめぐって」『北海学園大学経済論集』第 38 巻第 2 号 p. 10.

ヴスのプレッサーは紡ぎ手の手にとって代わった。ハーグリーヴスのジェニー機の主要な長所は、1人の労働者が数個の紡錘（はじめは8個、のちには16個）を操作することを可能にした点である。その後80ないしそれ以上の紡錘が使われるようになった。これらの機械で紡ぎ手の主要な仕事は、機械を駆動させることであつた。すなわち、紡ぎ手は原動機の役割をはたし、一方彼の加工機能、すなわち糸をつむぐ技能、指の動きは機械がおこなつた。」⁶⁾

これを一読してジェニー紡績機についてのイメージを得ることは、あるていどの予備知識がない場合、かなり困難であるが、この点は概説書という制約上やむを得ない面があろう。しかし、粗糸に撚りをかける工程について、一方では「ボビンと紡錘のあいだにはプレッサーという棒があり、粗糸はこれによって撚りがかけられ…」とされ、他方では「紡錘を回転させて、糸を撚る」とされており、粗糸に撚りをかける機構が「プレッサー」なのか紡錘の回転なのか判然としない。そこで「ボビンと紡錘のあいだには……糸巻きに巻かれる」の部分に対応する原著の記述を引用すると、

Между катушками и веретенами помещался зажим, при помощи которого вытягивалась ровница, которая затем скручивалась и благодаря разнице в числах оборотов веретен и катушек наматывалась на катушки.⁷⁾

となる。訳文と対照してみると、вытягиваласьが訳文では脱落していることがわかる。この部分を、文脈を明確にするために、訳文の滑らかさのあるていど損なうことを承知の上で訳してみると次のようになろう。

「ボビンと紡錘のあいだにはプレッサーという棒があり、粗糸はこれにより引伸され、そのあと粗糸は撚りをかけられ、紡錘とボビンの回転数の差を

6) ソ連科学アカデミー編『世界技術史—太古から産業革命まで』邦訳 p. 218.

7) Институт истории естествознания и техники Академии наук СССР <Техника в ее историческом развитии. От появления ручных орудий труда до становления техники машино-фабричного производства>. Издательство <Наука>, Москва, 1979. с. 169.

利用して糸巻きに巻かれる。」

したがって、原著の記述では「プレッサー」の機能は粗糸の引伸しであるときれ、撚りを加えるのは紡錘の回転であるとする後の記述とあわせて、とくに問題はないことになる。この点についての前稿での筆者の指摘は、原著に対しては的はずれであり、ここで撤回しておきたい。

次に、同じく訳文についてであるが、上に引用した部分に先行する「梳かれた綿粗糸は特殊なボビンに巻かれ、ボビンと紡錘とが連結された」としている部分はボビンと紡錘とが何によって連結されているのか明瞭ではない。この部分の原文は次の通りである。

Расчесанные ленты хлопка наматывались на специальные катушки и соединялись с веретенами.⁸⁾

ここはむしろ原文に忠実に「梳かれた綿粗糸は特殊なボビンに巻かれ、そして綿粗糸は紡錘に連結された」とした方がよいように思う。あるいは、忠実な訳の範囲を逸脱するかも知れないが、言葉を補って「梳かれた綿粗糸は特殊なボビンに巻かれた。そしてその綿粗糸の先端は紡錘に連結された」とすれば、内容的にはよりはっきりする。

次に訳語の問題であるが、上述の粗糸を引伸す「プレッサー」は原著では зажим である。恐らくロシアに導入されたジェニー紡績機のこの部分がそのように呼ばれたのであろうが、これに「プレッサー」という訳語をあてるのは適切でない。というのは、イギリスではジェニー紡績機のこれとは別の部分が「プレッサー」と呼ばれることがあるからである。それは撚られた糸を紡錘に巻き取る際に、糸を上方から押し下げて巻き取りの位置に誘導する装置で、一般には「フォールー・ワイヤー (faller wire)」と呼ばれているが、「プレッサー・ワイヤー (presser wire)」と呼ばれることもあり⁹⁾、これと混

8) <Техника> С. 169.

9) Andrew Ure, *Cotton Manufacture of Great Britain*, vol. 1, 1834, p. 202.

同のおそれのない訳語が望ましい。粗糸を挟みつけて保持し、その移動によって粗糸を引伸す役割をする зажим はイギリスでは「クランプ (clamp)」、「クラスプ (clasp)」または「クローヴ (clove)」と呼ばれている。そこで、同じ片仮名で表記するのならば——ジェニー紡績機は日本に導入されたことがないから、その各部分に対する日本語の名称はなく、片仮名で表記する以外ないが——イギリスでの名称で「クランプ」、「クラスプ」あるいは「クローヴ」と表記する方がよいと思う。

これ以外の訳文については、原著の原文と対照して検討することは省略するが、筆者のみる限り、訳文に問題はない。残る問題は前稿で指摘した「紡錘とボビンの回転数の差を利用して糸巻きに巻かれる」および「紡ぎ手は原動力の役割をはたし、一方彼の加工機能、すなわち糸をつむぐ技能、指の動きは機械がおこなった」とされている部分であるが、これらは訳文の問題ではなく内容の問題であるので、後に述べる糸車および紡績機についての考察の部分で検討することにする。

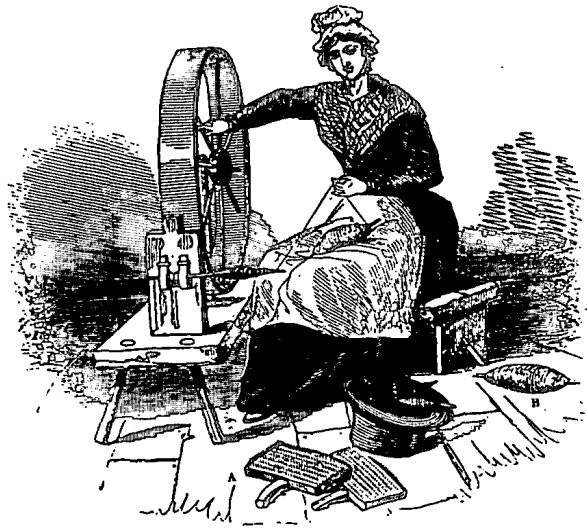
2. ジャージー糸車

産業革命以前にヨーロッパで使用されていた糸車には二種類あった。ひとつは14世紀ころから普及したジャージー糸車¹⁰⁾ (Jersey wheel または Great wheel) であり、いまひとつは15世紀末ころから使用されたサクソニー糸車¹¹⁾ (Saxony wheel) である。このうちジェニー紡績機にその原理が継承されたのはジャージー糸車である。ジェニー紡績機の構造や操作を理解するには、まずこのジャージー糸車による紡績法の原理を理解する必要がある。

10) W. English, *The Textile Industry*, 1969, pp. 2-4.

11) *ibid.*, pp. 4-7.

第 1 図¹²⁾ はジャージー糸車の全体の形状を示すものであるが、その説明に入るまえに、同じ図に示されている関連する品目について説明しておきたい。図の前面にある取手のついた二枚の板は梳綿具 (hand card) と呼ばれ、原料繊維を平行にそろえるための道具である。これには長方形の板の部分に、くの字形に曲げた針金が一面に植えてある。二



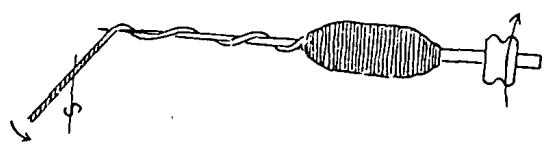
第 1 図 ジャージー糸車

枚の梳綿具の間に原料繊維をはさんで、上方の梳綿具を同じ方向に繰返ししごくことにより、ほぼ平行にそろえられた繊維が下方の梳綿具の全面に張り付く。これをはぎとって円筒状に丸めた繊維の束をスライヴァー (sliver) と呼ぶ。スライヴァーから直接に糸を紡ぐことも可能であるが、とくに細糸を紡ぐ時には、スライヴァーを糸車で引伸して、ごくゆるく撚りをかけて粗紡糸 (roving) を作り、さらにこれを糸車にかけて糸にするというふうに、粗紡と精紡の二段階を経ておこなう。粗紡と精紡とは原理的には同じであるので、以下、両者を一括して説明する。なお、第 1 図の女性の膝の上と右側の床の上にあるのは粗紡糸である。

第 1 図に示すように、ジャージー糸車は手動の大きな車—以下これを駆動輪 (driving wheel) と呼ぶ—と、これと動力伝導用のひもによって連動する滑車をはめた紡錘および紡錘を水平に支える軸受を台上に設置したものである。紡績工は右手で駆動輪を回転させることにより、紡錘を急速に回転させることが可能であり、かつ、その回転速度の調節も容易におこなうことができる。

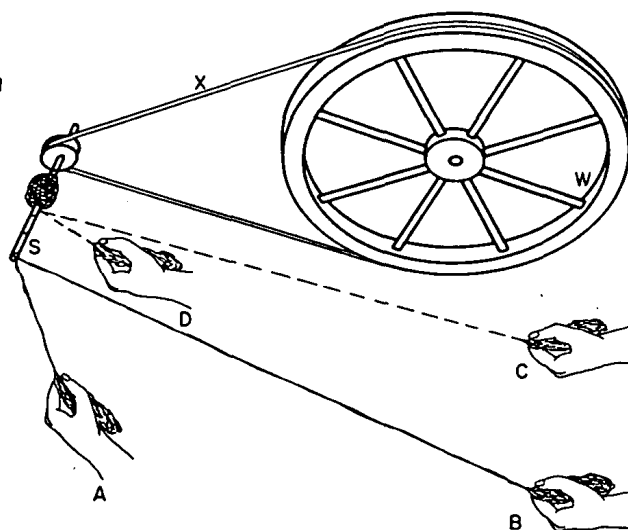
12) Ure, *op. cit.* p. 194.

紡績の開始に当って、紡績工は、すでに完成している糸を適当な長さに切り、その一方の端を紡錘の中央部に固定し、他方の端を保持した左手を、糸が紡錘に対して鈍角をなすような位置におき、駆動輪を右手で回転して、紡錘を回転させる。糸は紡錘にらせん状に巻き付き、紡錘の先端部に至る。そしてそこで糸は紡錘の先端部に半分だけ巻きついて、はずれるという運動を繰り返す。これによって糸にはさらに撚りが加えられるが、この撚りは次第に左手で保持した糸の先端部にまで伝わってゆく。この段階で紡績工は、この糸の端に粗糸の端を重ねて保持して、紡錘の回転を続けると、撚りが糸から粗糸に伝わり、糸の端の繊維と粗糸の端の繊維がからみついて、糸と粗糸が接合される¹³⁾。なお、ここで粗糸と呼んだものは、一段階の紡績または粗紡の場合にはスライヴァー、精紡の場合には粗紡糸である。



第2図 紡錘の回転と糸の加撚

第2図¹⁴⁾は紡錘の回転につれて糸に撚りが加えられる状態を示し、第3図¹⁵⁾は、粗糸を保持した紡績工の左手の位置が紡績の各工程でどのように変化するかを示す。



第3図 紡績の各段階における左手の位置

第3図のAの位置は、さきに述べた紡錘に固定した糸と粗糸が接合された直後および、これ以後、間欠的に繰り返される加撚工程の開始の際の左手の

13) H. Lemon, 'The Development of Hand Spinning Wheels', *Textile History*, vol. 1, p. 85.

14) P. Baines, *Spinning Wheels, Spinners and Spinning*, 1977, p. 43.

15) English, *op. cit.* p. 3.

位置である。紡績工は右手で駆動輪を回転させて紡錘を回し、同時に左手に保持した粗糸を指の間から繰り出しながら左手を斜め後方に移動させる。この際に粗糸は引伸されながら撚りをかけられる。この引伸しと加撚を同時におこなうことにより、粗糸の太さのむらが補正され、均一な太さの糸になる。太い部分には撚りはゆるくかかり、容易に引伸されるが、細い部分に密に撚りが加わり、引伸され難いからである。左手を後方いっぱい引いたならば（Bの位置）、そのまま紡錘を回転させ、十分に撚りがかかるまで続ける。

次に、出来あがった糸を紡錘上に巻き取ることになるが、それに先立って、紡錘にらせん状に巻きついている部分をほどく必要がある。このために駆動輪を逆方向に動かし、紡錘を逆回転させる。この操作を反転 (backing off) という。

次に、左手を糸が紡錘に対して直角をなす位置（C）に移す。その際、糸がたるまないように、左手は紡績工の正面の上方に上げられる。駆動輪と紡錘をもとの方向に回転させると糸は紡錘の中央部に巻き取られる。その際に左手は糸を巻き取りの位置に誘導する役割をはたすが、その動きはかなり複雑である。というのは、ジャージー糸車では糸は紡錘上に直接に巻き取られるから、その後に紡錘から抜き取った巻き糸には巻き軸が入っていない。そのような巻き糸が、その後の取扱いの過程で容易に型くずれせず、しかも必要な場合には容易に糸が引き出されるためには、これを管糸 (cop) という特殊な形状に巻き上げる必要があるからである¹⁶⁾。これはジェニー紡績機やミュール紡績機の場合にも共通する。本稿では、この点については、説明の便宜上、ジェニー紡績機について述べる際に考察することにする。

巻き取り工程の最後に左手がDの位置に来たら、残りの糸が紡錘にらせん状に巻きつくように、左手をAの方向に移して巻き取りを終る。ここから再

16) R. L. Hills, 'Hargreaves, Arkwright and Crompton. Why Three Inventors?' *Textile History*, vol. 10, 1979, p. 125.

び引伸しと加撚、反転、巻き取りの次の工程のサイクルが開始される。

ところで、このジャージ糸車を操作して糸を紡ぐには、左手と右手の連携動作や左手を動かすタイミングと力の加え方など、かなりの手工的熟練が要求される。両手の連携動作が適正を欠き、駆動輪を回す右手に過大な力が加われば、紡錘の回転が早すぎ、粗糸が十分に引伸されないうちに撚りがかかり、所要の太さの糸が得られないし、反対の場合には、撚りが十分に入らないうちに粗糸が引伸されて糸切れを起すか、あるいは撚りの不十分な糸になるであろう。指先に加わる微妙な力の変化を感知して、反射的にそれに対応する制御感覚が必要であり、それをいわば体で覚えるためにはかなりの修練が要求される。

このようなジャージ糸車による紡績法の原理がジェニー紡績機に継承されるのであるが、それがどのようになされたかについて、次にみてゆくことにする。

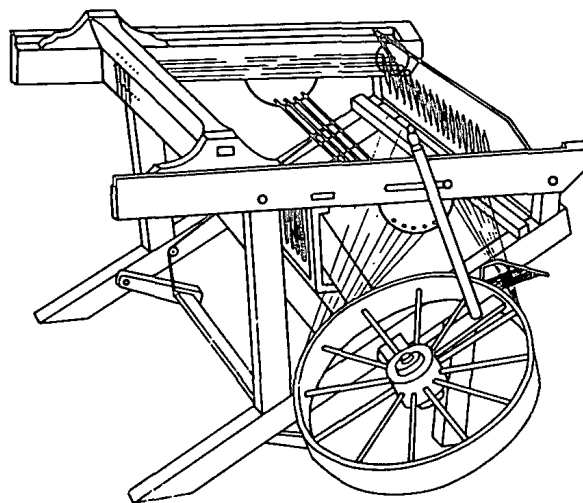
3. ジェニー紡績機

ジェニー紡績機は1764年ころにハーグリーブスによって発明されたが、この当時の現物は残っていない。ランカシャー東北部のヘルムショア (Helmshore) 在住の地方史家アスピン (Christopher Aspin) らは、1770年のハーグリーブスの特許出願書類を検討し、その当時のジェニー紡績機を1964年に復原製作した¹⁷⁾。これと同型の複製がロンドンの科学博物館やマンチェスターの科学工業博物館に展示されている。第4図はその見取り図である。以下、これについてその構造と操作をみてゆこう。なお、ジェニー紡績機の操作に当っては、紡績工は第4図の左側の位置に紡績機の本体に正対して立つ。以下の説明に際して、この紡績機の各部分の位置を示すには、紡績工の位置

17) C. Aspin, *James Hargreaves and the Spinning Jenny*. 1964, p. 42.

を基準点として、紡績工の位置からみて、たとえば左側、前方、手前というように表示する。

ジェニー紡績機¹⁸⁾の全体の形状は、第4図にみるように、4本の脚に支えられた机または作業台のようなもので、その高さは約30インチであった。ただし、机の上部の平面に相当する部分はなかった。紡績工の位置からみて右側の支脚から突き出した架台には、駆動輪がやや手前に傾いて取り付けられ、操作に際して紡績工はその取手を右手で保持した。

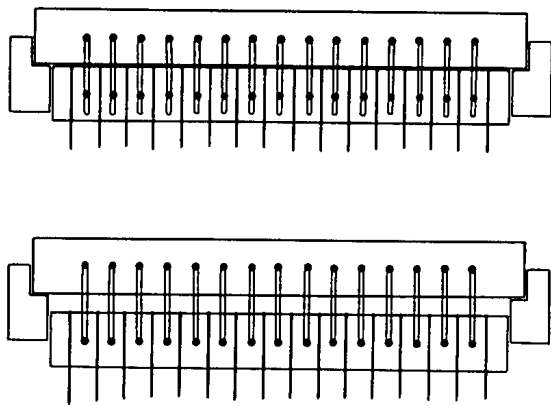


第4図 ジェニー紡績機 (1770年)

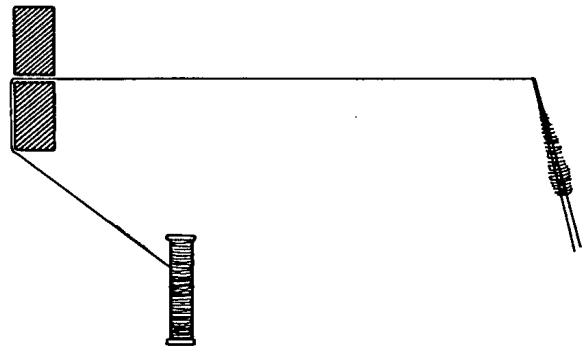
前方、紡績工から最も遠い位置には16個の紡錘が、手前に約10度傾いた角度に取り付けられていた。第4図では見えない位置にあるが、各紡錘の下部には滑車があり、駆動輪から動力伝達用のひもがかけわたされていた。このひもは8本あり、1本で2個の紡錘に動力を伝えた。中央の下部には原料の粗紡糸を巻いた16個のボビンが架台におさめられて置かれていた。

紡績工の正面手前の上部にはクランプと呼ばれる部品が水平に置かれていた。クランプは上下2本の細長い木片からなり、上部の木片の両端は台枠の内側上部の両側にあるL字状の切り込み部分に支えられ、その上を前後に滑動した。クランプ下部の木片の両端は台枠によって支えられてはおらず、第5図に示すように、極端に縦長の長方形または長円形の形に曲げた15個の針金によって、上部の木片から釣り下げられていた。この釣り下げ金具はばね止めの作用をし、下部の木片を引き上げたとき、上部の木片に密着した位置

18) English, *op. cit.* pp. 45–51.; R. L. Hills, *Power in the Industrial Revolution*. 1970, pp. 55–57.



第5図 クランプ（上は閉じた状態。
下は開いた状態。）



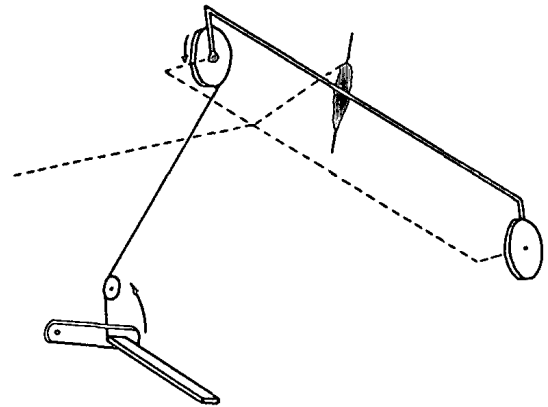
第6図 粗紡糸のボビン，クランプ
および紡錘

に固定し(第5図の上の図), 粗紡糸を挟みつけて保持する役割をした。なお, この釣り下げ金具の針金は実際にはもう少し太目の感じである。ボビンから引き出された粗紡糸は下方からクランプの下部の手前を通過して, 上下の木片の間から前方の紡錘に連結された。ボビン, クランプおよび紡錘の相互の関係位置は第6図に示す通りである。

紡錘の列の上方にある太い針金はフォーラー・ワイヤーまたはプレッサー・ワイヤーと呼ばれるもので, 糸を紡錘に巻き取る際に上方から糸を押し下げ, 巻き取りの位置に誘導する役割をするものであった。フォーラー・ワイヤーの両端は台枠の前方の端近く, 内側左右にある滑車の中央に固定されていた。この滑車は中間の滑車を介して, 正面の下部, 紡績工の足もとにあるペダルとロープで連結されていた(第4図ではロープは途中で省略)。このペダルは, ペダルというよりもむしろ釣り合い錘りの役割をするもので, つま先でペダルを上げるとフォーラー・ワイヤーは手前の方向に下降し, 糸を押し下げて巻き取りの位置に誘導した。その状況は第7図に示す通りである。

次にジェニー紡績機の実操作についてみよう。粗紡糸はボビンから引き出さ

れ、開かれたクランプの間を通り、前方の紡錘の中央部にその先端が固定される。粗紡糸の紡錘への固定には、さきにジャージー糸車について述べたのと同じ手順がなされたものと思われる。クランプを開いたまま、手前に一定の距離だけ移動させ、クランプを閉じる。この時に紡錘とクランプとの間にある粗紡糸が、その後の工程で引伸



第7図 フォーラー・ワイヤーとペダル

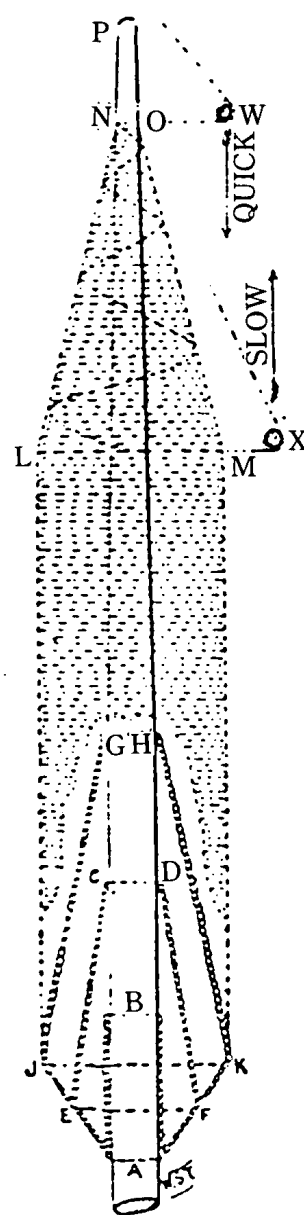
され、加撚されることになる。紡績工は右手で取手をつかみ、駆動輪を回し、同時に左手でクランプを手前に移動させる。紡錘は手前に約10度傾いているから、その回転につれて、粗紡糸の先端、より正確に言えば、その先端につながっている糸の部分は、紡錘にらせん状に巻きつき、やがて紡錘の先端部に半分巻きついてははずれるという運動が繰返され、これにより撚りがかかり、その撚りは紡錘の先端部とクランプとの間にある粗紡糸に伝わってゆく。同時にクランプは、粗紡糸を挟みつけた状態で手前の方向に移動されているから、この部分の粗紡糸は引伸されるとともに撚りが加えられ、ジャージー糸車の場合と同様に、糸の太さのむらが補正される。クランプは手前まで移動されると停止する。ここまでは引伸しを容易にするため紡錘を比較的ゆっくり回転させる。紡錘は引続き回転されるが、この場合には、引伸しをともなわないから、紡錘はより急速に回転される。これが糸に十分な撚りを与えるまで続けられる。十分な撚りが糸に加えられた段階で、次に反転の操作に移り、紡績工は駆動輪を逆方向に回し、紡錘を逆回転させ、らせん状に巻きついた糸をほどく。これもまたジャージー糸車の場合と同様である。

次に、巻き取りの操作に移り、紡績工は駆動輪をもとの方向に回転させ、つま先でペダルを操作してフォーラー・ワイヤーを手前に下降させ、糸を巻き取りの位置に誘導すると同時に、紡錘の回転につれて糸が巻き取られる速

度に合わせて、閉じたままクランプを前方に押してゆく。

この巻き取りの工程でのフォーラー・ワイヤーとクランプの操作はかなり複雑である。それは、さきにジャージー糸車の箇所でふれたように、紡錘から抜き取った巻き糸が、容易に型くずれせず、しかも、容易に糸を引き出せるようにするため、管糸と呼ばれる特殊な形状に巻き取られなければならないからである¹⁹⁾。次にこの点について簡単にみておこう。

第8図²⁰⁾は紡錘上に巻かれた管糸の形状を示す。第1回目の引伸しと加撚、反転工程を終えた糸は図のBの位置から巻き始められる。まず紡錘を回転させたまま、フォーラー・ワイヤーを急速にAの位置まで下降させる。これにより糸はBからAの間に粗いらせん状に巻き取られる。そこから今度はフォーラー・ワイヤーをゆっくりと上方に引き上げ、AからBへと糸を密に巻き取ってゆく。Bの位置まで糸が巻き取られたら、フォーラー・ワイヤーを急速に上方に引き上げ、糸を紡錘の先端まで、らせん状に巻き取ってゆく。この部分の糸は次回の反転の工程でほどかれる部分である。このようなフォーラー・ワイヤーのつま先による操作と同時に、紡績工は左手でクランプを、巻き取りの速度にあわせて前方に押す。この間、紡績工の右手は駆動輪を回し続ける。紡錘の先端まで糸がらせん状に巻きついた時に、クランプは第1回目の紡績が開始された位置に来るように過不足なく糸が巻き取ら



第8図 紡錘と管糸

19) Hills, 'Hargreaves, ……' *Textile History*. vol. 10, p. 125.

20) W. S. Taggart, *Cotton Spinning*, 1921, p. 101.

れることが必要である。第 2 回目の引伸しと加撚、反転を終り、第 2 回目の巻き取りは B よりもやや上の位置から開始され、まず前回と同様にフォーラー・ワイヤーを急速に下げて、前回に密に糸を巻き取った面の上に、粗いらせん状に糸を巻き取る。その際、フォーラー・ワイヤーは A のやや上の位置まで下げ、そこから再び上方へと密に巻き取って、第 2 回目の巻き取り開始の位置より、やや上まで密に巻き取り、そこから上方には再び粗いらせん状にして紡錘の先端に至る。以後、間に引伸しと加撚および反転の工程を挟んで、巻き取り工程を繰返す。その際に、巻き取り開始の位置および密な巻き取りに入る位置はそれぞれ前回より上方になるようにする。なお、密に巻き取った面の上に粗いらせん状に糸をまず巻き取るのは、前回巻き取った糸の面にその次に巻き取る糸が食い込むのを防ぐためである²¹⁾。

このような巻き取りを繰返していると、次第に 2 個の円錐形の底部と合せたような形の管糸が形成されて来る。すなわち第 8 図の AJGHK で示される断面の形になる。そうなる、たとえば第 8 図の GH と JK とでは管糸の直径がかなり異なるようになる。その結果、GH の部分に 1 回転で巻き取られる糸の長さと、JK の部分の 1 回転で巻き取られる糸の長さがかなり異なることになる。このようになると、紡錘の回転速度が一定ならばクランプの移動の速度をそれに対応して変化させなければならない²²⁾。これをフォーラー・ワイヤーの操作とあわせてみると、まず、巻き取り開始の段階で、フォーラー・ワイヤーが急速に押し下げられる際には、クランプはかなり急速に増速しつつ前方に押され、次に密な巻き取りの開始とともにフォーラー・ワイヤーがゆっくり引き上げられるのに応じて、次第に減速しつつ前方に移動されなければならない。

以上にみたように、ジェニー紡績機の操作はジャージ糸車のそれと本質

21) English, *op. cit.* p. 174.

22) H. Catling, *The Spinning Mule*, 1970, p. 77.

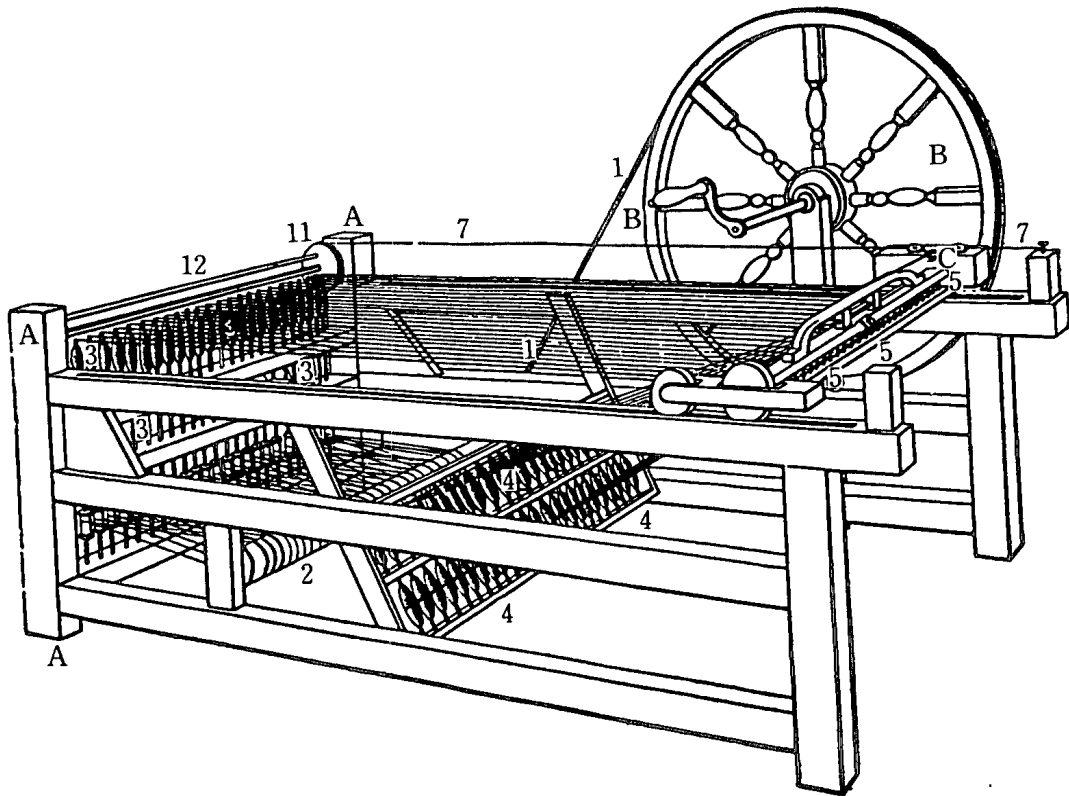
的には同一であった。異なる点は、糸車では1本の糸しか紡げなかったのが、ジェニー紡績機では多数の糸を同時に紡ぐことが可能になった点である。これは生産性の大幅な上昇を意味し、これがジェニー紡績機の最大の意義と考えられる。このことを可能にするために紡績工の左手による1本の糸の保持はクランプによる多数の糸の保持になった。しかし、指の動きにとって代ったのは保持する機能だけであって、糸車の各工程における左手の位置の変化に相当するクランプそのものの移動は依然として紡績工の左手によっておこなわれた。確かに、糸車における左手の位置の変化が何の支えもない空間でなされるのに対して、クランプの運動は台枠に支えられた、前後の直線運動になり、その点でより安定かつ容易になったことは事実である。しかし、他方では、糸にかかる力の変化を直接に指先で感知できなくなったから、逆により高度の制御感覚が要求されるようになった。さらに、糸車の巻き取り工程での左手による糸の誘導が、ジェニーではフォーラー・ワイヤーになった点は、とくに初期のジェニー紡績機では、その操作がペダルをつま先を使って持ち上げることによりなされたから、左手による糸の誘導よりも、はるかに高度の手工的熟練を要することになった。

これらに加えて、初期のジェニー紡績機には、なおいくつかの構造上の欠陥があった。まず、その高さが30インチと低く、成人の紡績工には無理な姿勢が要求されたことである。さらに駆動輪がほぼ水平に設けられており、それから各紡錘に動力伝達用のひもが直接かけ渡されていたため、紡錘の位置によって、ひものかかる角度が異なり、一様な回転速度を与えることが困難であった。また、クランプの上下の木片が平面の板であるため、天候によっては反ってしまって粗紡糸を確実に保持できないことがあった²³⁾。

以上のほか、ジェニー紡績機では、撚りの比較的ゆるい横糸用の糸しか作れないと言われているが、その理由は、ジェニー紡績機では巻き取りが終っ

23) Hills, 'Hargreaves ……' pp. 119–121.

たあと、クランプを開いたまま一定の距離を手前の方向に移動するが、もし撚りが十分にかかった糸を紡ぐと、クランプが開いている間に、紡錘とクランプの間のすでに撚りがかけられた糸から、次に引伸されるべき粗紡糸に撚りが移行して、その引伸しに支障をきたすため、比較的弱い撚りに留めざるを得ないことによる。これはクランプを使用するジェニー紡績機のいわば本質的限界とみることができる。



第9図 改良型ジェニー紡績機

以上の欠陥は、最後の点を除いて、第9図²⁴⁾に示す改良型ジェニー紡績機ではかなり改善された。この型はハーグリーブスの発明の数年後にヒューストン・タワー (Houghston Tower) 在住のヘイリー (Haley) という人物の手になるものと伝えられているが、その主要な改良点は次の通りである²⁵⁾。

24) Ure, *op. cit.*, p. 199.

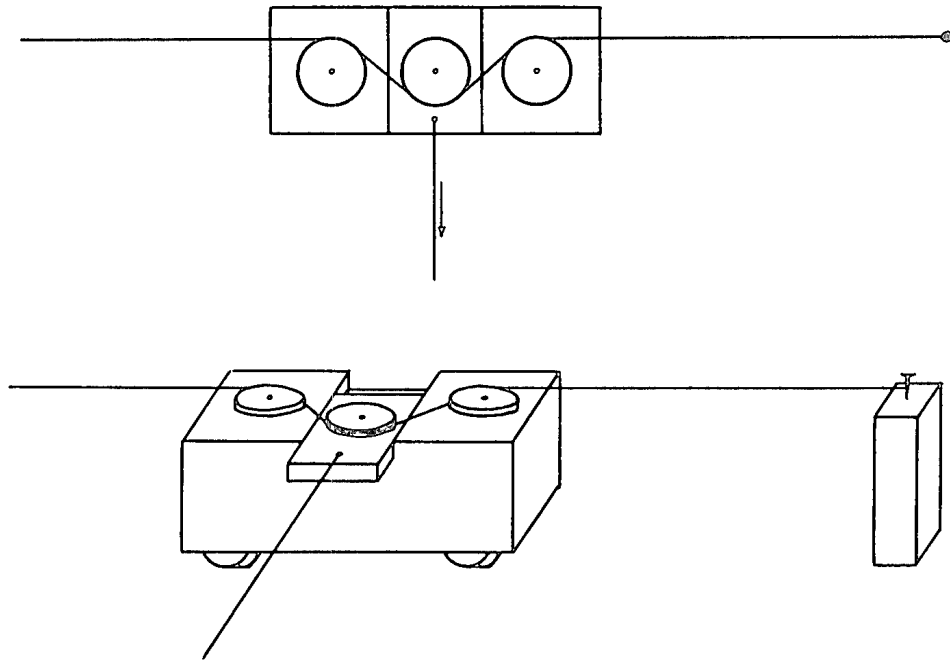
25) Hills, *Power in the Industrial Revolution*. 1970, p. 59.

まず、駆動輪は水平ではなく垂直に置かれ、動力は直接に紡錘に伝えられるのではなく、紡錘の列に近い台枠下部に水平に横たわるブリキ製の円筒(第9図中の2)の端の滑車に伝えられ、この円筒を回転させる。この円筒の回転が、円筒からひもにより各紡錘下部の滑車に個別に伝えられる。これにより旧型にみられた紡錘の位置による回転速度の不均一が解消されただけでなく、ジェニー紡績機の幅を、したがって紡錘数を増加して大型化することが可能になった。その結果、まもなく80錘のジェニー紡績機は普通にみられるようになり、130錘のものも出現した。

次に第9図からもわかるように、クランプに車輪が取り付けられ、その前進、後退がより円滑におこなわれるようになった。また、クランプの上部の木片の下面には切り込みが付けられ、下部の木片の上面に突出部が設けられ、この両者がかみ合う形で粗紡糸の保持が確実になった。

さらに、旧型では非常に厄介であったフォーラー・ワイヤーの操作が容易になった。この改良型では、その操作は第9図の7-7のひもを引くことによりなされる。このひもは滑車11に固定され、中間でクランプの端の木片Cの上面の3つの滑車にかけ渡され、その端は駆動輪に近い台枠の端の上方に固定されてある。木片Cの上の3つの滑車のうち、2つの軸は木片Cの上面に取付けてあるが、中央の小滑車の軸は左右に滑動する板に取付けられ、この板がひもでクランプの取手の内部にある引き金に連結されている。この引き金を引けば中央の滑車は板とともにクランプの取手の方向に引き寄せられる。それにより、ひも7-7が引張られ、滑車11が回転し、フォーラー・ワイヤー12が手前の方向に下降し、糸を下方に押し下げる。なお、滑車11の反対側には釣り合い錘りが付けられているから、引き金を離せば、中央の小滑車の付いた板はもとの位置に復帰し、フォーラー・ワイヤー12は上方へ引き上げられる²⁶⁾。第10図はこのフォーラー・ワイヤー操作の機構のうち、木片

26) Rees's Manufacturing Industry. 1972, (reprint), vol. 5, p. 472.



第10図 改良型におけるフォーラー操作の装置

Cとその上の3つの小滑車の作用の細部を示すものである。このように紡績工はクランプの取手を保持した左手の指でフォーラー・ワイヤーの操作ができるようになった。

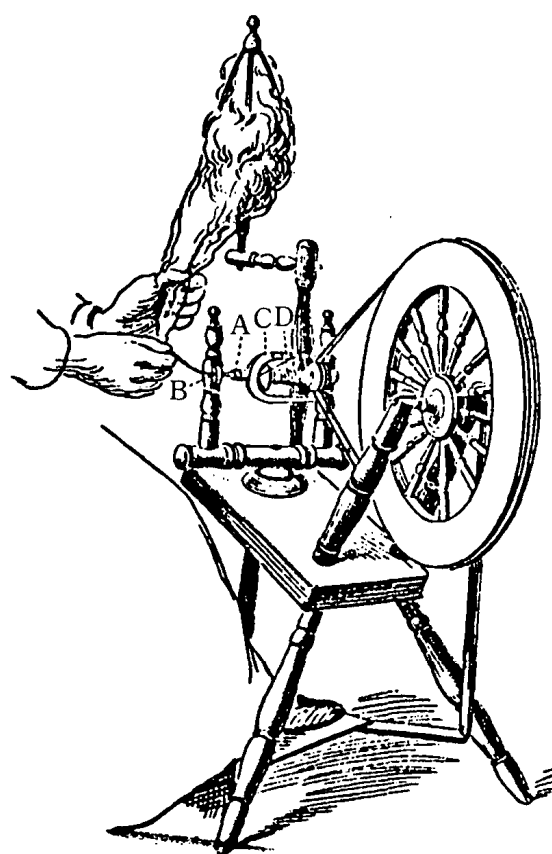
このように、改良型ジェニー紡績機では、その操作がかなり容易になったことは事実である。しかし、これをもって、『世界技術史』のように「紡ぎ手は原動機の役割をはたし、……糸をつむぐ技能、指の動きは機械がおこなった」とはいえないであろう。何故なら、クランプ、駆動輪、フォーラー・ワイヤーの操作に、微妙な制御感覚を要する手工的熟練が依然として必要とされたからである。この点は次に述べるウォーター・フレームと比較するとより明瞭になるであろう。

なお、『世界技術史』におけるいまひとつの問題点、すなわち「紡錘とボビンの回転数の差を利用して」糸を巻き取る機構については、ジェニー紡績機のどこにも見当たらない。この点についても、次のサクソニー糸車についての考察の際に再度ふれることにしたい。

4. サクソニー糸車とウォーター・フレイム

1769年にアークライト (Richard Arkwright) により特許権が取得されたウォーター・フレイムは、さきに考察したジャージー糸車とならんで、産業革命以前のヨーロッパでひろく用いられたサクソニー糸車 (Saxony wheel または Flax wheel) から、その原理を継承したものである。そこでまず、サクソニー糸車²⁷⁾の構造と操作についてみよう。

第11図²⁸⁾はサクソニー糸車の全体の形状を示す。この糸車はペダルとクランク機構により、紡績工の足の運動で動かされる駆動輪と、これと動力伝達用のひもで連動する紡錘とボビンからなっており、紡錘にはさらにフライヤー (flyer) と呼ばれるU字型の部品が取付けてある。紡錘とボビンの端には、それぞれ直径の異なる滑車があり、動力伝達用のひもは2つの滑車にそれぞれかかっているから、紡錘とボビンは異った速度で回転する。なお、フライヤーは紡錘と同じ速度で回転する。この部分の細部は第12図²⁹⁾に示す通り

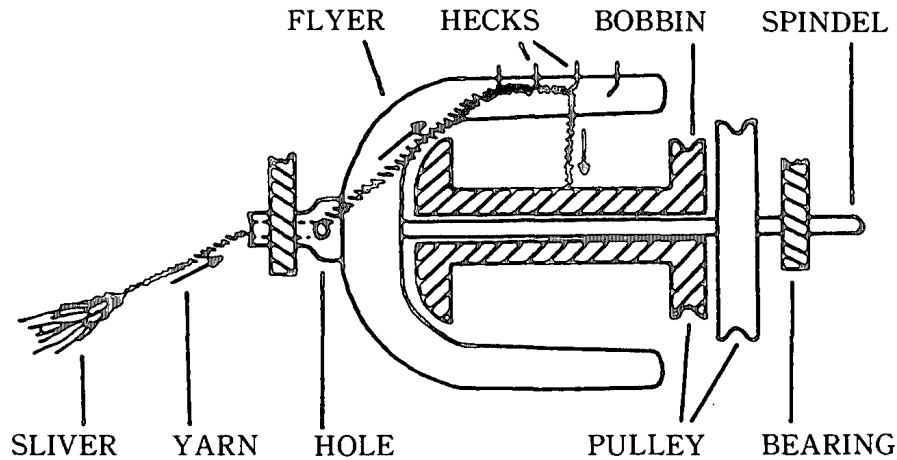


第11図 サクソニー糸車

27) English, *op. cit.*, pp. 4-9. ; Baines, *op. cit.*, pp. 69-93.

28) W. S. Murphy, *Textile Industry*, vol. 2. 1910, p. 140.

29) R. L. Hills, 'Textiles and Clothing' I. MacNeil (ed.), *An Encyclopaedia of the*



第12図 サクソニー糸車の紡錘，ボビンおよびフライヤー

である。紡錘の先端部分は中空の円筒状になっていて、その側面のフライヤー取付け部分に近い位置に小さな穴があいている。フライヤーの一方の腕状部には直角に曲げた針金が数個、一定の間隔で取付けてある（第12図でHECKSと表示）。また、第11図に示すように、糸車の台に直立して取付けた棒があり、これに粗糸が取付けてある。

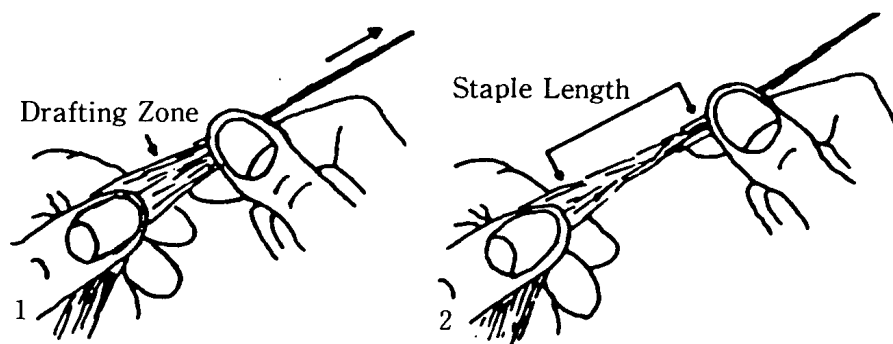
このサクソニー糸車の操作³⁰⁾は次の通りである。まず紡績の開始に際しては、ジャージー糸車の場合と同様に、すでに完成した糸の短い一片の端をボビンに固定し、フライヤーの腕状部の針金にかけた上、紡錘の中空部分の側面の小穴に通し、さらにこれを紡錘の先端部から引き出し、その端を右手で保持し、足でペダルを踏むと、駆動輪が回転し、この運動がひもを通して紡錘に伝えられ、紡錘とともにフライヤーが回転する。このフライヤーの回転により糸は撚られる。この撚りが右手で保持した糸の先端まで伝わったら、左手で上部の粗糸を引き出し、その先端と右手で保持した糸の先端とを重ねて軽く保持して、フライヤーの回転を続けると、糸と粗糸が接合される。これ以後は連続して、左手で粗糸を引き出し、これを左手と右手の指の間で引

History of Technology. 1990, p. 814.

30) Baines, *op. cit.*, pp. 69–93.

伸し、紡錘の先端部に送り込んでゆく。この間、ボピンは紡錘とフライヤーとは異なる速度で回転する。第12図の場合にはボピンの方が紡錘とフライヤーより速く回転するから、右手の指とフライヤーとの間で撚りを与えられた糸は、小穴からフライヤーの腕状部の針金を経て、ボピンに巻き取られる。ボピンと紡錘の回転速度が逆で、紡錘とフライヤーの方が速い場合でも結果は同じで、その場合には、フライヤーが撚られた糸を引張る形でボピンの上に巻き付けてゆく。

サクソニー糸車による紡錘法とジャージー糸車によるそれとの主要な相違点は次の点である。まず、ジャージー糸車の場合には、引伸しと加撚、反転、巻き取りと各工程が間欠的におこなわれるのに対して、サクソニー糸車では、左手で引出された粗糸が左手と右手の間で引伸され(第13図)³¹⁾、右手とフライヤーの間で加撚され、撚られた糸は直ちにボピンに巻き取られるというように、各工程が連続的におこなわれる点である。

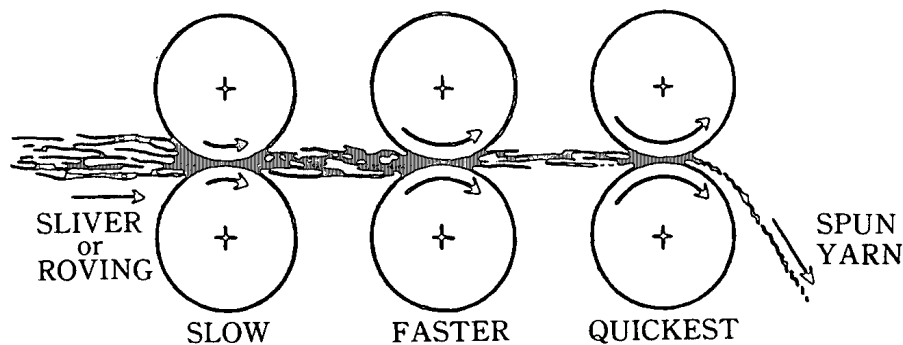


第13図 両手の指の間の粗糸の引伸し

また、ジャージー糸車では巻き取りが管糸を形成する必要があるため、かなり複雑な作業が要求されるのに対して、サクソニー糸車ではボピン上に巻き取るので、フライヤーの腕状部の針金にかけた糸の位置を次々にずらして、ボピン上に糸が平均に巻かれるようにする以外には、複雑な手による作業は必要はない。また、加撚もフライヤーにより、ほぼ自動的におこなわれる。

31) Hills, 'Textiles and Clothing' p. 827.

その反面、サクソニー糸車にあっては、左手と右手の指による粗糸の引伸しに対しては、きわめて適確な手作業が要求される。この糸車にあっては、ジャージー糸車の場合のように引伸しながら撚りをかけることによる、糸の太さのむらの補正はおこなわれなからである。したがって、この糸車では、均一に引伸された粗糸を加撚がおこなわれる領域に、連続して送り込むことが必要であり、もし引伸しが適正を欠くならば、均一な太さの糸は得られないことになる。したがって、加撚と巻き取り工程はほぼ自動化されているこの糸車でも、なお紡績工の手工的熟練に依存せざるを得なかった。しかし、この粗糸を適確に引伸す紡績工の左手と右手の作用に代替する機構があれば、これとフライヤー・ボビン機構と結合して、手工的熟練に依存しない機械が実現することになる。アークライトが採用した複数のローラーによる引伸し機構はまさしくこのようなものであった。

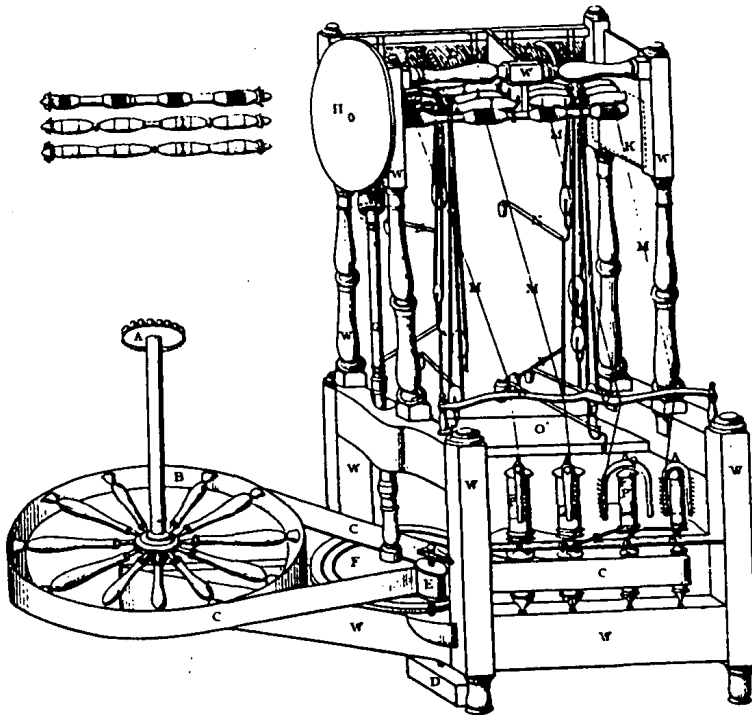


第14図 ローラーによる引伸し機構

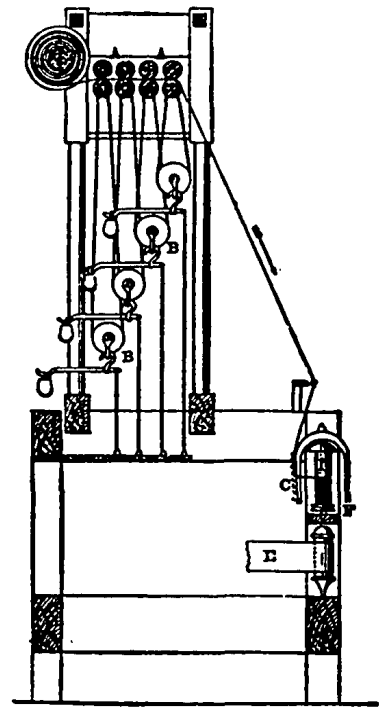
第14図³²⁾はローラーによる引伸し機構の原理を示す。図からわかるように、ローラーの回転速度が左から右へ進むにつれて速くなり、その結果、ローラーの各組の間で粗糸が、引伸される。この着想自体はポール(Lewis Paul)とワイアット(John Wyatt)の1738年の特許に記載されているが、彼らが実際に製作した機械は1組のローラーしか使用せず、成功しなかった³³⁾。アーク

32) *ibid.*, p. 828.

33) Hills, *Power in the Industrial Revolution*, pp. 32-52.



第15図 ウォーター・フレイム

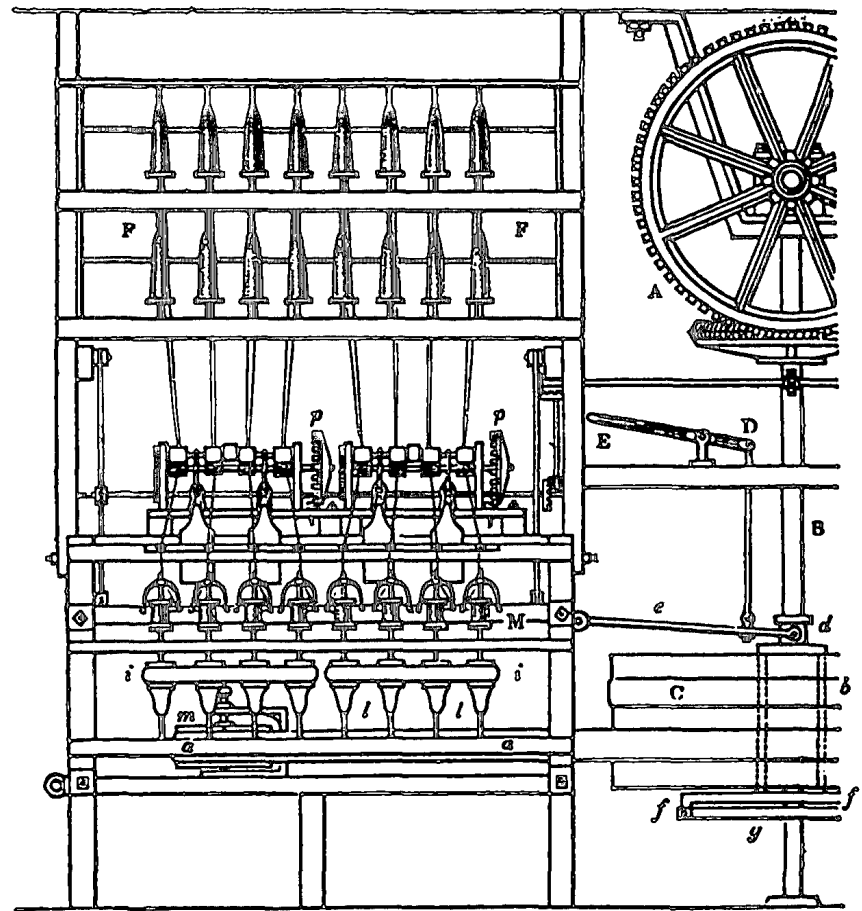
第16図 ウォーター・フレイム
(側面図)

クライトのウォーター・フレイム³⁴⁾は、ローラーによる引伸し機構とフライヤー・ボビン機構とを結合し、これを共通の動力で駆動することに成功した最初の実用紡績機械であった。その構造は第15図³⁵⁾および第16図³⁶⁾に示す通りである。第15図の最上部後方のLは粗糸のボビンである。粗糸はその前方にある4組のローラーの間を通過する。ローラーの回転速度は後方から前方へと順次その速度が速くなっているから、粗糸はここで引伸される。引伸された粗糸は前面の下方のフライヤーに導かれ、フライヤーの回転により撚りが加えられ、ボビンに巻き取られる。フライヤーと紡錘は左方にある水平の大きな駆動輪から、ベルトCにより動力を伝達されて回転するが、ボビン

34) English, *op. cit.*, pp. 55–61.35) *ibid.*, p. 57.36) *ibid.*, p. 58.

は動力で駆動されるのではなく、フライヤーからの糸に引張られながら、フライヤーよりも遅く回転する。これにより糸はボビンに巻き取られる。駆動輪の動力は、伝導軸と歯車の組合せによって、ローラーの列にも伝達され、これを所定の速度で回転させる。この第 15 図のウォーター・フレームは 1769 年の特許書類に記載されたものであるが、そのフライヤーの腕状部には糸を

引っかける針金が数個取り付けられており、ボビンに糸を平均に巻き取るために、糸を引っかける針金の位置を逐次変えてゆく手作業が、この機械ではまだ必要だったことを示している。しかし、1771 年のクロムフォード工場に設置されたウォーター・フレーム(第



第17図 クロムフォード工場のウォーター・フレーム

ライヤーに針金の引っかけ金具はついておらず、糸はフライヤーの腕状部の先端からボビンに導かれている。これは垂直に並列したボビンを支える横板をカム機構を使って、紡錘とフライヤーとは独立に、上下させることが出来るようになったためであって、手作業で巻き取りの位置を変える必要はなく

37) *ibid.*, p. 60.

なった。このようにして、この段階でのウォーター・フレイムは、適当な動力が伝えられると、かつて紡績工が糸車を使っておこなった、粗糸の引伸し、加撚、糸の巻き取りをすべて機構をもっておこなうものとなり、紡績工の労働は粗糸の補給、巻き取りを終わったボビンの取り替えおよび糸切れの場合の糸継ぎに限られるようになり、かつてのような手工的熟練のはたす役割はきわめて少なくなった。

ところで、かつての紡績工の手による粗糸の引伸しに代る、ローラーによる引伸し機構は、さきにもみたように、サクソニー糸車から紡績機への進化の過程で決定的な役割を果たしたが、この機構は粗糸を所定の割合で正確に引伸すけれども、粗糸の太さにむらがある場合、そのむらもまた引伸された粗糸に正確に再現する。アークライトは、数本の粗糸をまとめて引伸し、個々の粗糸の太さのむらを平均化する練篠機を開発導入して、この問題に対処した。そして、この練篠機に梳綿機、粗紡機を加え、これをウォーター・フレイムと結合して、紡績工場の基本的な機械体系を実現させたのである。

さて、この段階でのウォーター・フレイムと、さきに考察したジェニー紡績機とを比較すれば、両者の本質的な差異はあきらかであろう。ウォーター・フレイムにあっては、かつての道具を操作する人間の手や腕の作用が機構をもってほぼ代替されたが、ジェニー紡績機はそのような域には達していない。その意味でそれは道具から機械への過渡形態とってよいであろう。

なお、ここで『世界技術史』のジェニー紡績機についての記述のうち、持ち越した問題にふれておこう。「紡錘とボビンの回転数の差を利用して」糸を巻き取るのは、この節であきらかにした通り、サクソニー糸車とウォーター・フレイムの機構であって、ジェニー紡績機とは無関係である。何故にこれがジェニー紡績機についていわれたのかは、まったく不可解という外はない。

5. ジェニー紡績機の動力化の可能性

これまでの考察からあきらかなように、ジェニー紡績機は、その改良型においても、その操作に手工的熟練を要する部分をなお残しており、その意味で、ジェニー紡績工の役割は単なる原動機にとどまるものではなかった。したがって、これに人力以外の動力を適用することは困難であると思われる。しかし、本稿の「はじめに」の項でも言及したように、時折、ジェニー紡績機の動力化についての指摘がなされているのも事実である。そこで、最後にこの問題について考えてみたい。

本稿の「はじめに」の項で引用したのは、中川敬一郎教授の『イギリス経営史』の中の記述であるが、その典拠はエンゲルスの『イギリス労働者階級の状態』である。ダニレフスキーもまた、エンゲルスに依拠して、水力によって運転されるジェニー紡績機について言及している³⁸⁾。しかし、エンゲルスの前掲書には「個々の資本家たちが、ジェニーを大きな建物のなかにすえつけ、水力で動かしはじめた」³⁹⁾と書かれているだけで、その時期、場所、特定の資本家の名などについてまったく述べられていない。中川教授の『イギリス経営史』では、1780年ころのヒートン・ノリス (Heaton Norris) の工場と 1790年ころのサミュエル・オールドノウ (Samuel Oldknow) の工場の事例が紹介されたあと、「こうしたジェニー工場の動力に関しては詳しい記述はないがいずれの場合 (ヒートン・ノリスおよびサミュエル・オールドノウの場合——引用者) にも梳綿機、および撚糸機には明らかに水力や馬力が適用されているし、ジェニー機そのものでは大型のものに限って動力は使用されたものと

38) ダニレフスキー『近代技術史』(邦訳) 岩崎学術出版社 1968年, p. 13.

39) エンゲルス「イギリス労働者階級の状態」邦訳, 『マルクス, エンゲルス全集』第2巻, p. 234.

思われる。」⁴⁰⁾と述べられている。同書の注によれば、この箇所典拠はウォズワース (Alfred P. Wadsworth) とマン (Julia de Lacy Mann) の著書である。ところが、当該部分を参照してみると、ウォズワースおよびマンは「……梳綿機と撚糸機は動力によって動かすことができたが、ジェニー紡績機はそうではないという印象を受ける。」⁴¹⁾としており、ジェニー紡績機の動力化については否定的である。

このように、ジェニー紡績機の動力化には明確な史料的裏付けはないようである。そこで、本稿でのジェニー紡績機の構造と操作についての考察にもとづいて、もしジェニー紡績機が動力化されたとすれば、どのような機構が追加される必要があったか、そしてそれは当時可能であったかという点を検討し、間接的にこの問題に接近しようと思う。

ジェニー紡績機 (改良型) を操作する紡績工の動作を分解して考えてみると、まず、右手による駆動輪の回転は、もっぱら紡錘を回転させるためである。駆動輪と紡錘との間の動力伝達機構はジェニー紡績機でもそなわっているから、あとは各工程における紡錘の回転速度の変化を考えればよい。引伸しと加撚が同時におこなわれる段階では、紡錘は比較的ゆっくりと回転する。次の加撚のみの段階では紡錘はより急速に回転する。その次は反転工程であるが、ここでは紡錘は停止、逆回転、停止というやや複雑な運動がおこなわれる。そのあとの巻き取り工程では再び前の方向へ紡錘の回転が巻き取り終了まで続けられて停止し、次の引伸しと加撚の工程に入る。このように、工程の1サイクルの中で、紡錘の回転速度は変化する。しかし、それぞれの工程内では、回転速度は一定であると考えてよいであろう。したがって、原動機から伝えられる回転運動の速度を反転、停止を含む数段階に変速する機構

40) 中川、『イギリス経営史』p. 27.

41) A. P. Wadsworth and Julia de Lacy Mann, *The Cotton Trade and Industrial Lancashire. 1600–1780*, 1931, p. 493.

と、それらを切り替える装置があれば、紡績工の右手の動作を動力によって代替することは比較的容易であったと思われる。

他方、紡績工の左手の機能についてはどうであろうか。紡績工の左手はクランプの移動、クランプの開閉、フォーラー・ワイヤーの上げ下げなどの役割をはたす。まず、紡錘の列に近いところで、クランプを開き、手前の方向へ一定の距離クランプを移動させ、クランプを閉じる。ここで引伸しおよび加撚の工程が開始されるが、クランプは引続き手前の方向へ移動され、手前の端で停止する。ここまでのクランプの移動は直線の等速運動とみなされ、改良型のジェニー紡績機ではクランプに車が取付けられてあったから、ロープ、滑車、ドラムなどを組合わせて、人力以外の動力で動かすことは可能と思われる。なお、その際にはクランプが所定の位置に来た時に作動する開閉装置および停止装置が設けられる必要がある。

これ以後、すなわち巻き取り工程でのクランプの移動およびフォーラー・ワイヤーの操作はかなり複雑なものになる。さきにみたように、ジェニー紡績機では糸を管糸という特殊な形状に巻き取る必要があるため、紡錘上の巻き取りの位置によって、紡錘の1回転で巻き取られる糸の長さが刻々変化する。そのためクランプの移動の速度をこれに対応して変化させなければならない。他方、フォーラー・ワイヤーの操作はクランプの取手を保持した左手の指によりなされるが、1回分の糸を巻き取る間に、フォーラー・ワイヤーをあるいは急速に、あるいはゆっくりと上げ下げしなければならない。また、管糸が紡錘上に形成されてくるにしたがい、巻き取り開始の位置が変化して来る。このような巻き取り工程の間の紡績工の手や指の複雑な作用を、機構をもって実現することは、この当時の技術をもってして不可能であったと思われる。巻き取りについてはジェニー紡績機と同一の原理にもとづくミュール紡績機について、これが実現したのは1830年であったことを考えあわせると、このことはほぼ断定できる。

以上みたように、ジェニー紡績機の全工程を動力化することは、18世紀末

の時点では、まず可能性はなかった。しからば、一部の工程のみを動力化することはどうであろうか。これについては、技術的には不可能ではなかったとってよいであろう。しかし、もともとジェニー紡績機は、その構造が簡単で、設備費が安いことが利点とされていた。工程の部分的な動力化にしても、上述したように、何らかの追加の機構を必要とし、当然追加の投資を必要とする。1780年ころのヒートン・ノリスの工場のジェニー紡績機は最大のものでも120錘であった⁴²⁾。このていどの錘数であれば、人力で十分に動かすことができた。そうであるならば、追加の投資をしてまでして動力化を試みるよりも、これを熟練紡績工の手にゆだねた方が経済的には有利であったと考えられる。

このように、ジェニー紡績機の動力化の可能性はきわめて少ないと考えられるが、それならば何故エンゲルスのような見解がみられるのであろうか。この点については、あくまでも推測の域を出ないが、いわゆるジェニー工場は、ジェニー紡績機のほかに、梳綿機や粗紡機を保有している例が多く、それらには動力の適用が可能であったから、そのことからジェニー紡績機もまた動力化されたと誤り伝えられた可能性も考えられる。あるいはまた、「ジェニー」なる語が、もともと「エンジン」に由来することから、ジェニー紡績機以外の機械が「ジェニー」と呼ばれることも、この当時しばしばあった⁴³⁾。これらがジェニー紡績機と混同され、その結果、その動力化について誤り伝えられる一因となったとも考えられる。

42) 中川, 前掲書, p. 26.

43) Aspin, *op. cit.* p. 59.

む す び

以上、本稿ではジェニー紡績機について、その紡績法の原理を与えたジャージー糸車までさかのぼって、構造と操作を中心に考察を加えた。その際に、比較対照するため、ジェニー紡績機と同じ時期に出現したウォーター・フレームについても、その原理の基礎をなすサクソニー糸車とともに検討した。その結果、ジェニー紡績機は、アークライトの紡績機と異なり、その操作に多くの手工的熟練を必要とするものであったことがあきらかになった。

本稿ではまた、このようなジェニー紡績機に対する評価からは疑問視される、ジェニー紡績機の動力化の事例について検討した。その結果、断定はできないにしても、動力化の可能性はかなり少いことが推論された。

以上のほか、本稿では別稿で論評したソ連科学アカデミー編『世界技術史』のジェニー紡績機についての見解を再度検討し、邦訳の訳文に起因する問題点を除き、巻き取り機構についての同書の誤りおよび機械としてのジェニー紡績機に対する同書の過大評価について、これを再確認した。

本稿において考察したところを要約すれば以上のようなになるであろう。

〔付記〕 本稿に掲載した図版のうち第4図から第7図までの4枚および第10図は、その作製について、筆者のかつての同僚である室蘭工業大学の徳田昭八郎、大出哲両教授を煩わせた。記して感謝の意を表す。