

(1) ニューコメンの蒸気機関

1712年にイギリスのニューコメンが鉱山の排水用の蒸気機関を製作した。概略の構造を図-1に示

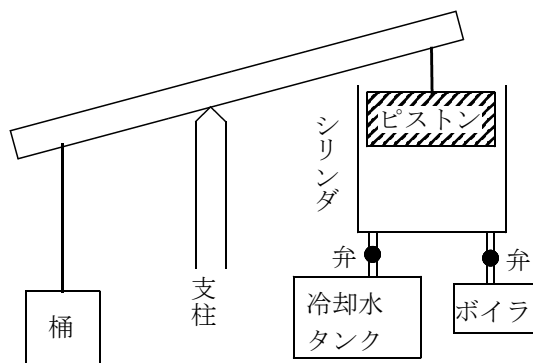


図-1 ニューコメンの蒸気機関

す。支柱頂部を支点とする梃子の片端に綱で桶を吊す。梃子の他端をピストンの上部に結びつける。シリンダの底部にボイラと冷却水タンクからの配管を接続し、弁で開閉する。

初めに、冷却水タンクからの配管の弁を閉じ、ボイラからの配管の弁を開くと、桶の荷重で桶が下に移動し、ピストンが上に移動し、シリンダの下部に蒸気が満たされる。下がった桶に鉱山の排水を入れる。次に、ボイラからの配管の弁を閉じ、冷却水タンクからの配管の弁を開き、或る量の冷却水がシリンダ内に注入されたら、冷却水タンクからの配管の弁を閉じる。蒸気が凝縮して体積が減り、ピストンが大気圧に押されて、下に移動する。このとき桶が上に移動して鉱山の排水を地表に運び上げるので、桶から排水を地表に捨てる。2つの弁が閉じた状態で、ボイラからの配管の弁を開くと、初めに戻る。これを繰り返して、鉱山の排水を地表に運び上げて捨てる。

弁の開閉を人が手動で行っている。地下で桶に水を入れる作業と地表で桶の水を捨てる作業も人

が手動で行う。排水を鉱山の地下から垂直に地表まで移動させる力仕事を蒸気の力にやってもらう装置である。手動で行う作業がかなりあっても、力仕事を手動で行わなくなったことが画期的であった。

(2) ワットの蒸気機関

1769年にイギリスのワットが蒸気機関を製作した。概略の構造を図-2に示す。ボイラから蒸気を

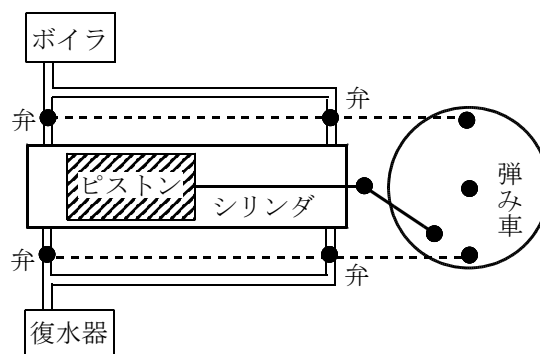


図-2 ワットの蒸気機関

供給する配管と蒸気を排出し復水器に導く配管がシリンダ内のピストンの両側に取り付けられている。

初めに、ピストンの右側の排出弁を開き、供給弁を閉じ、ピストンの左側の排出弁を閉じ、供給弁を開くと、ピストンの左側に高圧の蒸気が供給され、蒸気の圧力に押されてピストンが右に移動する。ピストンが最右に達したとき、ピストンの左側の排出弁を開き、供給弁を閉じ、ピストンの右側の排出弁を閉じ、供給弁を開くと、ピストンの右側に高圧の蒸気が供給され、蒸気の圧力に押されてピストンが左に移動する。これを繰り返すと、ピストンが往復運動する。ピストンに連結された棒がクランクを介して弾み車連結され、ピス

トンの往復運動が弾み車の回転運動に変換される。回転がなめらかになるように弾み車が用いられている。ピストンと連結したクランクと別のクランクで弾み車の回転運動を往復運動に換え、その往復運動で弁の開閉を行うので、連続的に高速回転させることができる。

ニューコメンの蒸気機関は蒸気が凝縮するときの大気圧が動力源であったが、ワットの蒸気機関は蒸気の圧力そのものであった。ニューコメンの蒸気機関は往復運動であったが、ワットの蒸気機関は回転運動であった。回転運動であったために、紡績機械や鉄道や外輪船の動力に用いられることになり、産業革命の原動力になった。

(3) 発明が行われる以前の技術水準

ニューコメンの蒸気機関は、ピストンが大気圧の押されてシリンダ内を移動するので、ピストンとシリンダはわずかの隙間があって潤滑油で満たされ、滑動しなければならない。わずかの隙間でピストンとシリンダが接触するように加工する技術が、ニューコメンより前に職人たちによって発達していた。

ワットの蒸気機関が発明された後を知っていると、蒸気の凝縮による体積減少を原因として、大気圧によってピストンを押すと言う動作原理は、違和感を感じるかもしれない。1657年にドイツのゲーリックが行った実験によって、大気圧の力が認識され始めたので、ニューコメンには違和感を感じなかったと思われる。

ワットの蒸気機関はピストンが蒸気の圧力に押されてシリンダ内を往復するので、ボイラからの配管やシリンダが十分に頑丈でなければ蒸気の圧力で壊れてしまう。ニューコメンの1712年からワットの1769年の間に配管やシリンダを十分に頑丈に作る技術が職人たちによって発達していた。ワ

ットの蒸気機関は往復運動を回転運動に変える機構や弾み車の回転と連動して弁を開閉する機構が備わっている。この機構もワットより前に職人たちによって発達していた。

ニューコメンもワットも、先輩の職人たちが発達させた技術を前提にして、それらを組み合わせで蒸気機関を発明した。発明において、発明者に加えてその先輩の職人たちの貢献が案外に大きいと思う。発明の少し前の技術水準が発明の前提になる。

(4) 発明が受け入れられる社会状況

ニューコメンの蒸気機関が発明される少し前にイギリスで製鉄業が盛んになり、イギリスの鉱山から鉄鉱石と石炭が大量に掘り出された。地下深く石炭を掘り進むと、切羽の近くに地下水が集まるので、排水が必要になる。水を容器に入れて地表に運び上げるのは重労働である。掘り出された石炭の一部を燃やして蒸気を作り、ニューコメンの蒸気機関を運転すると、最も重労働の作業を蒸気機関がやってくれる。弁の操作や排水を桶に入れたり桶から出したりする作業を人力で行うにしても、ピストンの往復運動はゆったりしており、難しい仕事ではない。ニューコメンの蒸気機関が発明されたときこれを使う需要があった。

ワットの蒸気機関が発明される少し前、イギリスは植民地のインドから綿花を大量に輸入し、製糸業と織物業が盛んになった。水車を動力とする回転運動で運転する製糸と織布の機械が発明されたが、水車を設置する適地は限られていた。ワットの蒸気機関は場所を選ばずに、製糸と織布の機械を運転することができた。ワットの蒸気機関が発明されたときこれを使う需要があった。