

"A Treatise on the Steam Engine" by John Farey (1827)

## 第 7 章 蒸気機関各部品サイズ計算のための計算尺の使用

(邦訳 S. Yamauchi)

2019 年 10 月 13 日

### 目次

1	はじめに (p.531)	2
2	計算尺による計算の方法 (p.533)	3
3	直径 1/4 インチから 100 インチまでの円の円周と面積の表 (p.552)	4
4	計算尺による角柱、円筒および球の体積等の表 (p.556)	4
4.1	計算尺の選択に対する技術者への指示 (p.566)	4
4.2	計算尺上での対数ラインの著者による新しい配置 (p.567)	4
4.3	著者の新しい計算尺上での $1 \frac{1}{2}$ 半径線の使用 (p.571)	4

## 1 はじめに (p.531)

ワット氏は、彼の回転式特許機関のすべての部品を非常に慎重に調整し、それらの機関を数年間製作した後、すべての部品の適切な比率を確かめて、あらゆる規模の機関の寸法の標準値を確立した。この標準値は非常に良好に比率化されていることが長い経験の中で証明され、それ以降これらの寸法は、蒸気機関の最高の技術者および製作者により、そこからほとんど逸脱することなく守られてきた。

彼が主題としたこの部分で、ワット氏は、ソーホーの工場で彼自身の指導の下で教育されて実践の過程で経験の蓄積を重ねた何人かの才能ある労働者や運転技師によって、大きく支援された。機関の寸法を比率化するために必要な計算は、全般的にサザン (Southern) 氏に任されていた。彼は熟練した数学者であり、ポルトンとワット氏は彼らの製造所における主にその分野に関して、サザン氏に期待を寄せていた。ワット氏はサザン氏の協力を得て、蒸気機関の各部分の比率に影響する可能性のあるすべての状況を調査した。そしてそこから個々の場合ごとに寸法を求めることができる計算式が導かれた。そのようにして確かめられた寸法は、作業のガイドとして労働者に伝えられたが、その規則自体または従うべき計算原則は、ほとんど知られていなかった。

同時にワット氏は、蒸気機関と機械に関する計算を行うために、計算尺で対数目盛を使用した。この器具は物品税の検査係や役人の間、および大工らにより長い間使用されていたが、それは非常に粗く不正確に目盛られていたので、技術者が使用できるようにするには、いくつかの改良が必要であった。ワット氏とサザン氏は、計算尺の上の一連の対数目盛を非常に賢明な形に配置し、そして、計算尺自体のコピー元となる原版の目盛を作るために、最も熟練したアーティストを雇用した。

ソーホーの計算尺は長さ  $10\frac{1}{2}$  インチのツゲ材 (box-wood) で作られ、1本の滑尺があり、おもて面に4本の対数目盛が目盛られている。裏面には、さまざまな計算のために有用な数値、除数、乗数等の表が記載されている。この種の計算尺は今でもソーホー計算尺と呼ばれ、ロンドンのいくつかの数学機器の最高の製作者により非常に正確に作られているので、実用上十分な精度で通常の計算を行うことができる。また、計算尺の裏面にある表を用いて、計測上のほとんどの問題を非常に簡単に解決することができる。

これらの計算尺は、ソーホー工場のすべての職長と優れた労働者に手渡され、そしてそれらを通して、計算尺を用いて計算する利点が他の技術者の間でも知られた。また、何人かの人々は、それを通常の測定のすべての計算に使用するようになったが、あらゆる機会に計算尺を使用する習慣は、ソーホーで教育を受けた人にほぼ限定されている。蒸気機関と機械の部品の寸法の計算のために、計算尺を広範囲に適用するには、特定の数式が必要であり、それはソーホーの非常に少数の主任技術者に限定されていて、一般の専門家の間では、まったく普及していない。

(p.532) ポルトンとワット両氏が送り出して、王国のすべての地域で設置した多くの特許機関は、十分な数の実例を提供しており、他の技術者は、建造に必要な機関の部品の適切な寸法を、その実例から簡単に確認することができる。これらの寸法の知識も、ソーホーで教育を受けて、その後ある程度王国の各地に散らばった労働者によって、一般に知られるようになっていく。しかし、その寸法が調整される原理に関する多くの知識を、彼らが持っていて、それを人々に伝えることができることは稀である<sup>\*1</sup>。

<sup>\*1</sup> 著者は、仕事を最初に始める時点で、ワット氏の蒸気機関の構造およびその全部品の比率と寸法に関する完全な知識を得ることを、特に研究の対象にした。それはあらゆる点で、実践的な技術者にとって最高の教材であったからである。この視点で1804年と1805年に、著者はあらゆる大きさの多くの機関の正確な図面を調べて、その寸法と共に描写した。十分な観察結果を蓄積した後、それらを整理し比較して、互いに異なる大きさの間で成り立つ比率関係を見いだした。それらの比率を確認した上で、あらゆる

技術者たちがワット氏の時代以降に得てきた素晴らしい経験から、もしワット氏の標準機関の寸法に何らかの重大な欠陥やエラーが存在していたとすれば、それは現代の機関では修正されていたであろう、ということが推定される。いくつかの少数の例では、これは実際に修正されてきた。しかし、ほとんどすべての本質的な詳細において、今日の最も熟練した技術者の実践は、ワット氏自身のものとほぼ同じである。そして、少数ながらワット氏の実践から異なっている例では、現代の慣行は、ほとんどのものがワット氏のものより劣っている。そのことは、その種の知識の源泉として、すべての技術者により慎重に研究される必要がある。その点で、この章と次の章に含まれる情報は専門家にとって非常に有用であり、そのため、ワット氏自身の実践を継続的に参照することにより、彼が形成したすべての比率と規則を検証してその正確さを保障するために、著者は多大な労力を払った。

計算尺の対数目盛の性質は、実践的な技術者にはあまり一般的に知られておらず、その主題に関する現存する完全な論文はない\*2、したがって、その不足を補って、計算尺を使用して特定の数量を計算するために、本書で与えているさまざまな公式の構成を説明することが、学生の教育のためにも必要となっている。

## 2 計算尺による計算の方法 (p.533)

(以下省略)

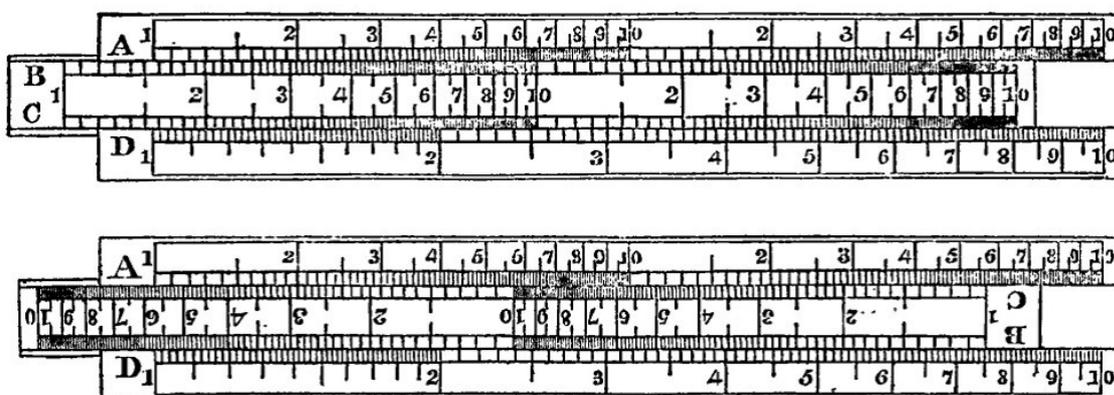


図1 ソーホー計算尺

る場合について、普通の算術的な方法または計算尺による方法で、寸法を計算するための規則を作った。

著者がこのように自分で作った規則が、ポルトンとワット両氏が従った規則とまったく同じであるかどうかはわからない。しかし、問題の規則は数年間の実践の過程で証明されていて、また、必要な場合には修正されて、ポルトン・ワット両氏の標準機関モデルの比率を採用した経験豊富な技術者の実践に、平均してほぼ一致する結果になるように変更されている。

\*2 著者は仕事を最初に始めた時にソーホーの計算尺を入手した。しかし、その時点では、その使用方法の取扱書を入手できなかったが、ソーホーの労働者がそれを使って通常の計算を行う様子を観察し、その機器の特性を非常に完全に調査するように誘導され、そして、あらゆる場面での応用のための式を導いた。

その少し前に、同様のコースが、土木技師兼建築家のベンジャミン・ベヴァン氏により始まっていて、彼はその後、1822年に計算尺に関する実用的な論文(八つ折版、1822年)を発表した。これは貴重な小作品であり、あらゆる種類の計算を行うための有用な定理のコレクションが含まれている。しかし、それは計算を必要とするすべての専門家の指導を目的としていて、特にある分野を対象としているわけではないので、その器具を機械技術者にとって特に価値のあるものにする、これらの特定の式の多くは含まれていない。

数年前にマックイ博士によって、計算尺に関する一つの論文が発表され、それは、特に航海士の指導を目的として、それを用いて彼らに航海の計算を行えるようにするものであった。また、リーズの技術者である Routledge 氏による小さな本も出版されていて、それは、ソーホーの計算尺を説明し、技術者の間でその使用を促すためのものであり、それらの計算尺製作者により販売されている。

- 3 直径 1/4 インチから 100 インチまでの円の円周と面積の表 (p.552)
- 4 計算尺による角柱、円筒および球の体積等の表 (p.556)
  - 4.1 計算尺の選択に対する技術者への指示 (p.566)
  - 4.2 計算尺上での対数ラインの著者による新しい配置 (p.567)
  - 4.3 著者の新しい計算尺上での  $1 \frac{1}{2}$  半径線の使用 (p.571)