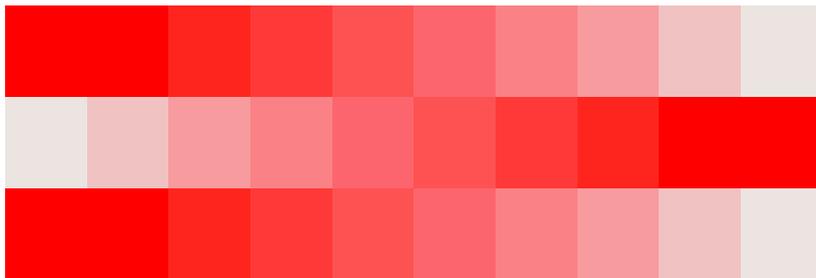
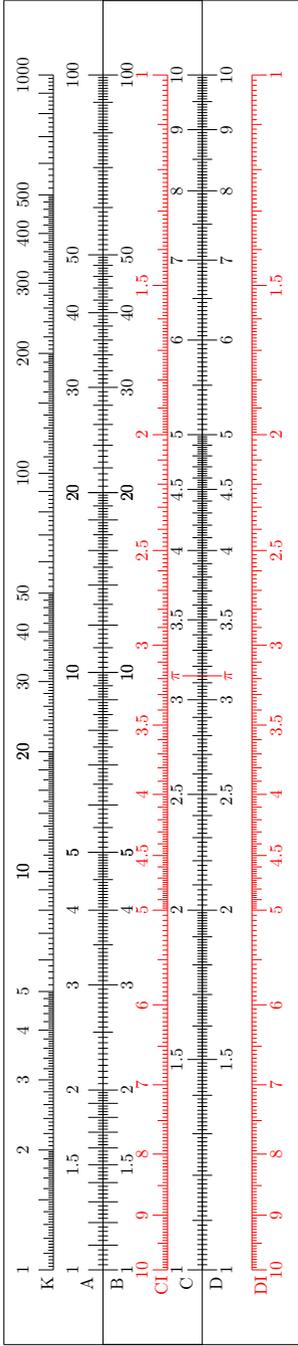


# 新世紀の計算尺入門

富永大介

博士(情報工学)

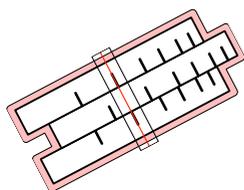




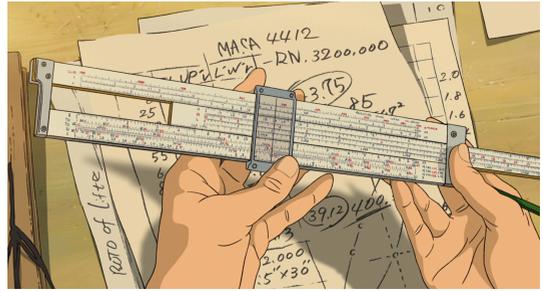
# 目次

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>はじめに</b>               | <b>1</b>  |
| 計算尺とは                     | 1         |
| 計算機とは                     | 4         |
| <b>計算尺の原理</b>             | <b>10</b> |
| 二本の定規による加算演算              | 10        |
| 対数目盛を使った加算と乗算             | 11        |
| 計算尺の演算精度                  | 15        |
| 逆尺による除算                   | 16        |
| 計算尺の構造と機能                 | 17        |
| <b>計算尺の設計法</b>            | <b>21</b> |
| 直線型                       | 21        |
| 1) 尺の長さの決定と、打てる目盛りの数の見積もり | 21        |
| 2) 実際に打つ目盛りの選択            | 23        |
| 3) 尺の描画                   | 25        |
| 4) C尺、D尺以外の尺              | 28        |
| 円盤型                       | 31        |
| 円筒型                       | 31        |
| 家庭での製作                    | 33        |
| <b>計算尺の種類</b>             | <b>39</b> |
| <b>計算尺の利用法</b>            | <b>43</b> |
| 乗算                        | 43        |
| 除算                        | 44        |
| 逆数                        | 46        |
| 平方、立方、平方根、立方根             | 46        |
| 三数の演算                     | 47        |
| 加算                        | 49        |
| <b>計算尺の歴史</b>             | <b>50</b> |
| ルネサンス末期：イギリスでの萌芽          | 50        |
| 17世紀前半：発明と論争              | 51        |

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 19世紀半ば：マンハイム型の完成      | 53        |
| 19世紀後半：アメリカでの発展       | 54        |
| 20世紀：ヘンミの計算尺          | 55        |
| 20世紀末：電子計算機の普及と計算尺の衰退 | 56        |
| 現代における計算尺の価値          | 57        |
| <b>対数の歴史</b>          | <b>59</b> |
| 指数計算に基づく考え            | 59        |
| 幾何学的な考え               | 62        |
| 自然科学における対数            | 65        |
| 生命科学における対数            | 66        |
| <b>謝辞</b>             | <b>68</b> |
| <b>資料図版原典</b>         | <b>70</b> |
| 参考文献                  | 70        |
| 図版                    | 70        |
| <b>索引</b>             | <b>72</b> |

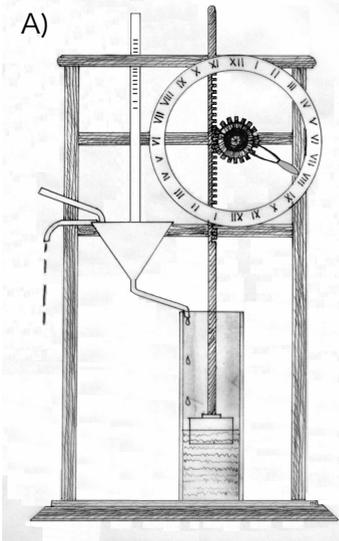


## はじめに



### 計算尺とは

計算尺 (slide rule) はアナログ計算機の種類である。対数間隔で目盛を刻んだ二本の定規で乗除算を行うものを基本として、二乗と平方根、三乗と立方根、指数と対数、三角関数などの値を組み合わせた演算を容易に行えるものである。一方の定規 (ruler) に対してもう一方を滑らせる (slide) ことで目盛りを合わせ、計算結果を示す目盛りを読むことで所望の値を得る。したがってどの目盛りを合わせるかを考えさえすれば、暗算を行う必要がない。そろばんが暗算の補助器具であることと比べると、これが計算尺の利用上の大きな特徴である。一方で、そろばんは20桁以上あるのが普通だが (23桁あるいは27桁が多い)、計算尺は広く使われた長さ1フィートほどのものでも精度は3~4桁程度である (扱う数値の最上位桁の数が1に近いほど精度が高く、10に近づくにつれ精度が落ちる)。そのため計算尺は、金融業における桁の多い整数演算よりも、有効数字を意識する科学技術計算で多く用いられた。上のスクリーンショットは、2013年のアニメ映画「風立ちぬ」での計算尺を使うシーンである (映画中では更に、というかまず最初に、骨折の添え木として使われているが)。このシーンで使われているのは10インチのもののように思えるが、設計製図の現場では機械でも建築でも、作業服のポケットにペンと10インチや5インチの計算尺を差している姿がどこでもよく見られた。現在では手軽な計算はスマホなど汎用のポケットデバイスで行うのが普通だが、スマホで電卓アプリを起動して数

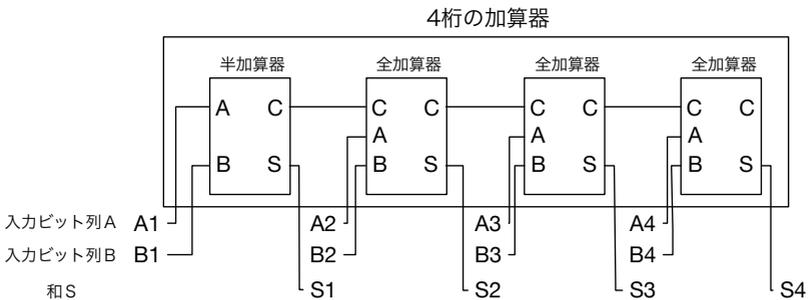
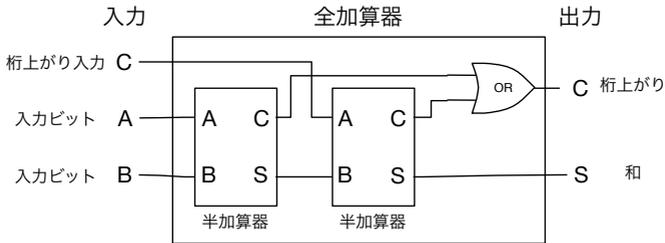
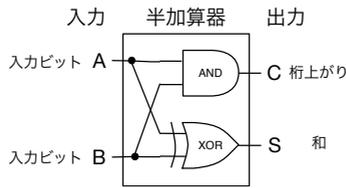


図：機械式アナログ計算機の例。A) 水時計、B) アンティキティラの機械、C) アストロラーベ、D) 微分解析機。





図：上) タイガー計算機、下) クルタ計算機。タイガー計算機は1960年製、クルタ計算機は同じ頃に作られたと思われる Type I。



図：加算器の構成。加算器全体は一つの半加算器と複数の全加算器で、全加算器は二つの半加算器と一つのORゲートで、半加算器はANDゲートとXORゲート一つずつで構成される。入出力のラインに流れる電流はほぼ0だが、論理ゲートは電力を消費する。

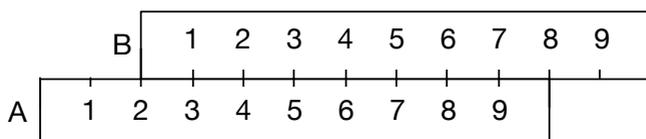
む多くの工夫により大幅に演算が高速化され、電子計算機が現在の実用的な計算速度を得るに至っている。

ANDゲートなどの論理回路は、機械的にも作ることができる。たとえば電圧を水圧や気圧に置き換えれば、水圧で作動する弁を水路に直列に、あるいは水路を分岐して並列に配置することでそれぞれ

## 計算尺の原理

### 二本の定規による加算演算

二本の定規 A、B を使って加算を行うことは、容易に想像ができる。二つの実数  $a$ 、 $b$  の和を計算するには、一方の定規 A の  $a$  cm のところにもう一方の定規 B の 0 を合わせ、B で  $b$  cm のところに一致する A の目盛りの値を読めばよい。 $a = 2$ 、 $b = 3$  なら、B で 3 cm のところには当然 A で 5 cm の目盛りが一致しているはずである。SF 作家のアイザック・アシモフ (Isaac Asimov, 1920-1992) も「やさしい計算尺入門」(1970) で同じ説明をしている(参考文献 1)。



定規 A で 2 のところに定規 B の 0 を合わせれば、あとは次々と目盛りを読んでいくことで、定規 A の上に  $2 + b$  の計算結果が  $b = 0, 1, \dots, 8$  についてズラリと並んでいるのがわかる。 $b = 8$  よりも大きな値については定規 A の範囲外になるが、もし定規 B がもっと長ければ、それだけ多くの結果が並ぶことになる。

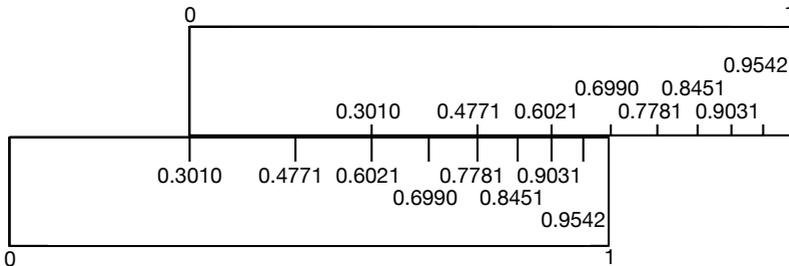
この状態は加算だけでなく、減算も表しており、ここでは差が 2 になる演算が一通り目盛り上に現れている。A 尺の 9 には B 尺の 7 が一致しているが、これは  $9 - 7$  を計算したい時にこのように目盛りを合わせることを示している。計算結果は、引く数の尺 (B) の

|       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| 真数    | 1           | 2           | 4           | 8           | 16          | 32          | 64          | 128         | 256         | 512         | 1024           |
| 指数    | $2^0$       | $2^1$       | $2^2$       | $2^3$       | $2^4$       | $2^5$       | $2^6$       | $2^7$       | $2^8$       | $2^9$       | $2^{10}$       |
| 底     | $\log(2^0)$ | $\log(2^1)$ | $\log(2^2)$ | $\log(2^3)$ | $\log(2^4)$ | $\log(2^5)$ | $\log(2^6)$ | $\log(2^7)$ | $\log(2^8)$ | $\log(2^9)$ | $\log(2^{10})$ |
| 対数    |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                |
| 対数 cm | 0 cm        | 1 cm        | 2 cm        | 3 cm        | 4 cm        | 5 cm        | 6 cm        | 7 cm        | 8 cm        | 9 cm        | 10 cm          |

図：真数、指数、対数の関連。図中の  $\log$  の底は 2 である。真数は初項 1、公比 2 の等比数列で並んでおり、その対数値は、真数を 2 のべき乗に書き直した時の指数の数列になり、したがって公差 1 の等差数列になる。その公差の間隔で目盛りを刻み、各目盛りに真数の値を書くと、計算尺になる。等比数列の初項を 0 にすると等比数列の全ての項が 0 になる。実用上の意味を最大化するために、初項（真数の最初の値）は 1 にし、底は実際には 10 にする。

にする。最初の目盛りは  $\log(1) = 0$ 、その次は  $\log_{10}(2) = 0.3010$ 、次は  $\log_{10}(3) = 0.4771$ 、などとする（下図）。すると  $\log_{10}(2) + \log_{10}(3)$  は  $0.7781$  になる。 $\log_{10}(x) = 0.7781$  となる  $x$  はすなわち  $10^{0.7781}$  であり、6.0 になる。つまり、 $\log(2) + \log(3)$  の値が  $\log(6)$  になった、ということである。これは、対数の性質として成り立つ次の等式、

$$\log(a) + \log(b) = \log(ab)$$



## 計算尺の設計法

### 直線型

もっとも単純な計算尺は、C尺とD尺のみを備えたものである。この二つは、名前以外は同じものであり、値  $a$  の目盛りを尺の端から  $\log_{10}(a)$  のところに打ったものである。したがって尺を作るには、どの値の目盛りを打つかを決めればよい。

#### 1) 尺の長さの決定と、打てる目盛りの数の見積もり

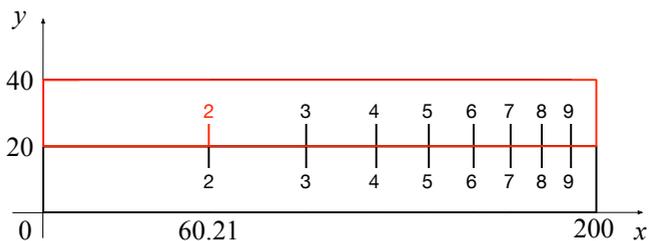
直線型では、1から10までの目盛りをデカルト座標系（なじみ深いXY座標系）における  $x = 0$  から 1 までの単位長さの中に配置するときの座標を計算し、それを実際の尺の長さに合わせて定数倍するのが考えやすい。たとえば尺の長さを 200mm とし、1から10までの整数の目盛りについて考えるとき、パソコンでフリーソフトウェアの GNU R（以下単に R とする）を使えば以下のようにして目盛りの位置を計算できる（茶色は R によって表示される文字、青は利用者が入力する文字。以下同じ）。

```
> options(digits=4)
> log(seq(1,10,1))/log(10) * 200
[1] 0.00 60.21 95.42 120.41 139.79 155.63
[7] 169.02 180.62 190.85 200.00
```

`seq(1,10,1)` で 1 から 10 まで 1 つずつ増えていく数列を生成し、その各項について `log()` で自然対数の値を計算する。その値を `log(10)` で割れば常用対数値になる ( $\log_a(b) = \log_x(b)/\log_x(a)$  である)。なお R で  $x$  の常用対数を求めるには、`log(x)/log(10)` とす

### 3) 尺の描画

上で計算した  $xTic$  の値は、定規の端、つまり 1 の目盛りからの各値の目盛りの距離 [mm] である。本書の口絵にあるような目盛りを打つには、実際の描画範囲の中での座標値と、そこから目盛りとしてどの向きにどれだけの長さの線を引くのかを決めねばならない。フリーソフトウェアを用いるなら、LaTeX を使ってその `picture` 環境内に尺を描く方法がある。この場合 LaTeX のソースファイル内に目盛りの数だけ線分を描く命令が必要になるが、それを手入力するのは労力がかかるため、perl や python などのスクリプトでソースファイルを生成するとよい。以下に長さ 200mm の簡易な尺を描く例として、以下の図の赤い部分を描くための完全な LaTeX ソースコードを示す。ただし左端は行番号であり、ソースに含まれない。



```
1 \documentclass[a4j,landscape]{jarticle}
2 \usepackage{graphicx,color}
3 \begin{document}
4 \setlength{\unitlength}{1truemm}
5 \begin{picture}(250,50)
6   \put( 0, 20){\line(0,1){20}}
7   \put( 0, 20){\line(1,0){200}}
8   \put(200, 20){\line(0,1){20}}
9   \put( 0, 40){\line(1,0){200}}
10
11   \put(60.21, 20){\line(0,1){10}}
12   \put(59.21, 31){2}
13 \end{picture}
14 \end{document}
```

## 計算尺の種類

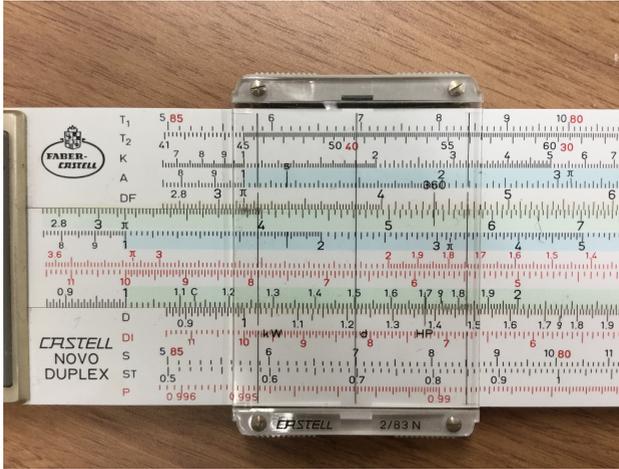
計算尺には形状として直線型、円盤型、円筒型があること、尺の目盛りの打ち方としてA、B、C、D、K、C I、D I、L、Sなどがあることを前述した。しかしA尺とC尺を同じ尺に固定して載せることで二乗／平方根の計算がカーソルのできるように、数表の形で表現されるものは計算尺として実装が可能であり、多くの計算尺が指数／対数、三角関数などを搭載していた。かつては砲弾の着弾距離の計算尺などがあった（ヘンミ計算尺株式会社／砲兵計算尺、1942年、参考文献9）。

形状による特徴は、円盤型と円筒型では目はずれがなく、同じ嵩張り方なら直線型より高精度であることが挙げられる。歴史的にも最初の計算尺は円盤型であった。しかしもっぱら直線型が利用されていたのは、操作がしやすく目盛りが読みやすいからである。円盤を回す操作よりも直線の定規をスライドさせる方が容易で、どの程度動かせばよいかという見当がつけやすい。慣れれば円盤型でも問題なく使用できるようになるが、慣れること自体が直線型の方が容易であろう。

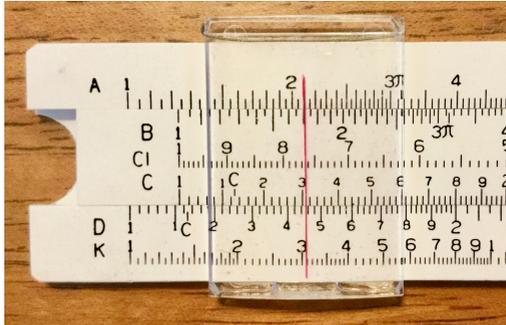
円筒型は、どの程度回せばいいか、どの目盛りを読めばいいかなど、操作に当たっては直線型と円盤型に比べかなり考える必要があり、高精度用途として高価なものが作られた。

単調増加の関数なら、容易に尺上に実装できる。一方でたとえば多項式の三次関数は  $x$  から  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$  へは単射だが、逆が一般には多価関数になってしまうため尺への実装は困難である。とは言っても、円筒計算尺の読み方などは多価関数そのもの

独 Faber-  
Castell 社製  
Castell  
Novo  
Duplex  
2/13N



ノーブランドの  
日本製と思しき  
廉価版



コンサイス社の  
円盤型 No. 270  
現在も製造販売  
されている



図：直線型、円盤型の計算尺の写真。いずれも筆者所蔵。

# 計算尺の利用法

一般的な計算尺では、C/D尺、C I / D I 尺を使って乗除算を行う。ここでは右のような尺を想定し、A尺とK尺の利用法も加えて示す。

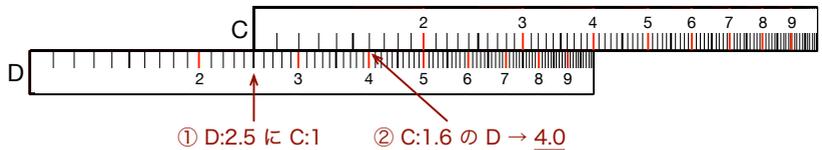


## 乗算

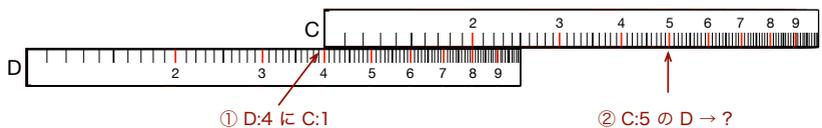
$a \times b$  を行う場合は、D尺の  $a$  にC尺の 1 を合わせ、C尺の  $b$  がD尺のどこに当たるかを読めばよい。たとえば  $2.5 \times 1.6$  であれば以下の図のようになる。

- ① 2.5 のところから、
- ② 1.6 だけ進んだところを読む

と考えればよい。2.5 + 1.6 のような感覚を持ってもよい。



次に目はずれの例として  $4 \times 5$  の場合を示す。まず、単純に上の同様に、D尺の 4 にC尺の 1 を合わせると、C尺の 5 にあたるD尺の目盛りを読めない。



## 計算尺の歴史

### ルネサンス末期：イギリスでの萌芽

計算尺が発明されたのは、17世紀前半である。その基礎は対数変換である。歴史的にはイギリスのジョン・ネイピア (John Napier, 1500-1617) による対数表 (1614年) が対数 (logarithm) の初出とされている。ネイピアは貴族で、数学、物理学、天文学に造詣が深く、カトリックを批判した宗教家としても知られ、さらに小数点の発明者でもあり、自然対数の底  $e$  の呼び名であるネイピア数にその名を残している。

1620年にはイングランドで天文学の教授だったエドモンド・ガンター (Edmund Gunter, 1581-1626) が「対数尺」を発明し、1623年にそのアイデアを本に書いて出版した。これは「ガンター尺」とも呼ばれるもので、長さ約60cm、幅約4cmの長い板に、普通の数直線とそれに対する三角関数の値、対数値などを刻んだものである。二つの数の乗算を行いたいときには、コンパス (デバイダ) を二つ用意し、二つの数の対数目盛上での長さをそれぞれで計り取り、の二つを合わせた長さを対数尺上で読み取る。ガンター尺には三角関数の目盛りも刻んであり、特に航海でよく用いられた。

1624年に、イギリスの数学者エドモンド・ウィングゲイト (Edmund Wingate, 1593-1656) がパリで、「定規を使った計算について (L'usage de la règle de proportion en arithmétique)」というガンター尺の使い方に関する本を出版した。この前の年、フランスの王女アンリエット・マリー (Henrietta Maria of France, 1609-1669. 後のイングランド王妃ヘンリエッタ・マリア) とイン

## 対数の歴史

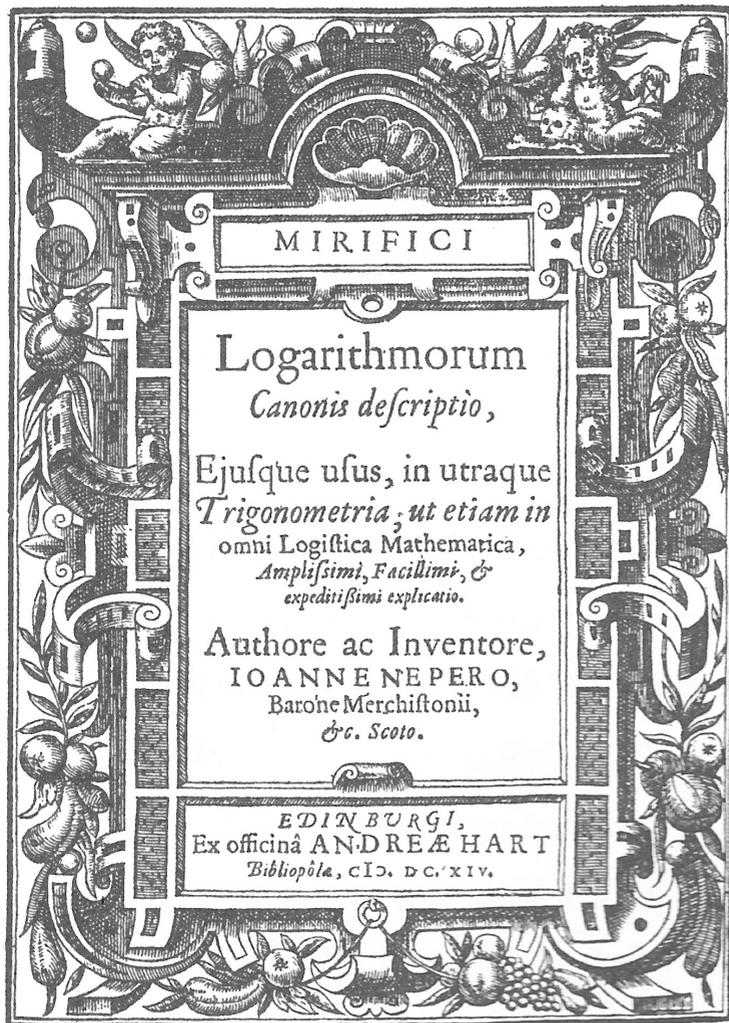
### 指数計算に基づく考え

計算尺の原理の基礎である対数変換は前述のようにネイピアの発案であるが、そのアイデアは古代ギリシャまでたどることができる。アルキメデス (Ἀρχιμήδης (Archimedes), 287 B.C. 頃-212 B.C.) の「砂粒を数える者」(Ψαμμίτης (Psammites), 紀元前3世紀) にある、等比数列に関する記述がそれである。それは「等比数列の任意の二項の積は、その二項の順番を足したところにある項の値になる」というもので、それはこの等比数列の表において、

|      |   |     |       |     |       |     |       |     |           |     |
|------|---|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-----------|-----|
| 順番   | 0 | 1   | 2     | ... | $m$   | ... | $n$   | ... | $m+n$     | ... |
| 等比数列 | 1 | $r$ | $r^2$ | ... | $r^m$ | ... | $r^n$ | ... | $r^{m+n}$ | ... |

$r^m \times r^n = r^{m+n}$  になる、という中学校の数学の授業で習うことである。m 個の r の積  $r^m$  と n 個の r の積  $r^n$  同士の積  $r^m \times r^n$  は、m + n 個の r の積になるので、 $r^{m+n}$  になるということである。ここで先の表において、等比数列中の任意の項の値が x で与えられた時に、x は何番目の項であるか、が x の対数  $\log(x)$  である。逆に項の順番が n で与えられた時の項の値は  $r^n$  であり、このとき r を底 (base)、n を指数 (exponent) と呼ぶ。指数が自然数の場合にはこれで指数と対数が理解できる。これが実数に拡張されるのはアルキメデスの1700年後である。

中世フランスの哲学者ニコル・オレーム (Nicole Oresme, 1320 頃-1382) は彼の著書「比の比について」(De proportionibus proportionum, 14世紀) でべき乗も対数も整数の場合については



図：ネイピア「対数の驚くべき規則の記述」(1614)の表紙。ネイピアの名前はラテン語で“IOANNE NEPERO”、出版年は MD, DC, XIV (1000, 600, 14)とある。

## 謝辞

計算尺推進委員会のウェブページ（参考文献8）の管理者の方には、あの豊富な情報の管理と公開の労に加え、相互リンクでお世話になった。

私が学生時代にお世話になり、後に移られた熊本大学の清水康孝さんは、私のもの参考に資料を作成し「青少年のための科学の祭典熊本大会」で2012年から計算尺の製作体験コーナーを開かれている。老若男女に好評とのこと、たいへんうれしく思う。これについては、映画「風立ちぬ」の公開後には体験希望者が増えたとのことだった。メディアの力に驚くばかりである。

福岡県春日市で開業医をなさっている中山慶明先生から、私のウェブページから型紙を理科系の患者に渡して、もう50人くらいは作成しているとの連絡をいただいた。大変うれしく、ありがたいことである。またその時ノモグラムについての示唆をいただいたが、それまでノモグラムというものを知らなかった。私の筆無精で連絡は遅くなったが、簡単なものを作ってウェブに分かることを載せてみたところ、改良版の作成に取り組むとのことだった。浅学を恥じ入るとともに、頭の下がる思いである。

私の計算尺のウェブページには英語も併記した。どこの誰とも存じないが、それを見た方が、失読症（dyslexsia）を患う8歳の息子の数学の学習に役立ったと英語のメールで連絡をくれ、文末には“My most sincere thanks.”と書いてくれていた。本当に、これほどうれしいことはない。

計算尺の本はこれまでに、ペーパークラフトをメインにしたものをコミックマーケットで 2017 年の夏から頒布している。計算尺のことを本にしようと思ったのもコミケという場があったからだ。自由な発表を最低限のコストでできる場の社会的意義は重大だが、規模が非常に大きいため、その継続には大変な労力がかかっていると思う。ボランティアを始めとしたスタッフの方々のことを思うと感謝に堪えない。

私の計算尺ウェブサイトは、国立研究開発法人産業技術総合研究所（通称産総研）の管理運営下にある。産総研に対しては職員として不満を語ればきりがないが、ここに計算尺コンテンツの公開環境があることには感謝している。計算尺には学術的価値があり、加えて先の方々の連絡にあるような社会福祉的な価値も認められるからこそ、公的研究機関からも発信していくべきだろうと考えている。

また、計算尺のことを知ろうとする方々の存在が知識の普及のもっとも大きな原動力である。大変ありがたく思っている。

# 索引

|                        |            |                           |            |
|------------------------|------------|---------------------------|------------|
| 0.574°                 | 30         | Henrietta Maria of France | 50         |
| 5.740°                 | 29         | hyperbolic sine/tangent   | 19         |
| AND ゲート                | 7          | Inverse                   | 17         |
| Anita Mark8            | 56         | Johannes Kepler           | 62         |
| Archimedes             | 59         | Keuffel & Esser 社         | 54         |
| Isaac Asinov           | 10         | Kubisch                   | 17         |
| A 尺                    | 17, 29, 47 | K 尺                       | 17, 29, 47 |
| Sylvanus Bevan         | 53         | LaTeX                     | 25         |
| BMI                    | 41         | Gottfried Leibniz         | 5          |
| Body-Mass Index        | 41         | LL01 尺                    | 19         |
| Jost Bürgi             | 62         | LL1 尺                     | 19         |
| Busicom 161            | 57         | LL2 尺                     | 19         |
| B 尺                    | 17         | LL 尺                      | 17         |
| Canola 130             | 56         | log()                     | 21         |
| Carry lookahead adder  | 7          | LSI                       | 57         |
| CF 尺                   | 17, 54     | L 尺                       | 17, 29, 30 |
| Charles I              | 51         | make                      | 28         |
| Nicolas Chuquet        | 61         | Makefile                  | 28         |
| circular slide rule    | 2          | Amédée Mannheim           | 53         |
| CI 尺                   | 17, 28     | Mathematica               | 23, 58     |
| Henry Coggeshall       | 53         | Matlab                    | 58         |
| cos                    | 19         | mRNA                      | 65         |
| William Cox            | 54         | John Napier               | 50         |
| CS-10A                 | 56         | Sir Isaac Newton          | 52         |
| cylindrical slide rule | 2          | William Nicolson          | 53         |
| C 尺                    | 17, 21     | NOT ゲート                   | 7          |
| degree                 | 19         | options()                 | 22         |
| Richard Delamaine      | 51         | OR ゲート                    | 7          |
| DF 尺                   | 17, 54     | Nicole Oresme             | 59         |
| DI 尺                   | 17, 28     | William Oughtred          | 51         |
| duplex                 | 54         | Blaise Pascal             | 5          |
| dyslexia               | 58, 68     | Pascaline                 | 5          |
| D 尺                    | 17, 21     | perl                      | 25         |
| English civil war      | 52         | picture 環境                | 25         |
| ENIAC                  | 56         | pLaTeX                    | 26         |
| William Forster        | 51         | polyphase                 | 54         |
| George Fuller          | 54         | python                    | 25         |
| GNU R                  | 21, 58     | QT-8D                     | 57         |
| going off the scale    | 13         | R                         | → GNU R    |
| Edmund Gunter          | 50         | die Rechenscheibe         | 4          |

|                                 |        |              |               |
|---------------------------------|--------|--------------|---------------|
| der Rechenschieber              | 2      | 円周率          | 17            |
| Der Rechenstab                  | 4      | 円筒型 (計算尺)    | 2, 14, 31, 54 |
| rectilinear slide rule          | 2      | 円盤型 (計算尺)    | 2, 14, 31, 51 |
| John Robertson                  | 52     | オクターブ        | 45            |
| der runde Rechenschieber        | 4      | ウィリアム・オートレッド | 51            |
| S-system                        | 66     | オペアンプ        | 5             |
| Quentino Sella                  | 54     | ニコル・オレーム     | 59            |
| seq()                           | 21     | 音圧レベル        | 65            |
| SH 尺                            | 19     | 音高           | 65            |
| sin                             | 19, 29 | 音名           | 45            |
| Sin <sup>-1</sup>               | 29     | 音量           | 65            |
| spiral slide rule               | 53     | カーソル         | 19            |
| Simon Stevin                    | 61     | 階差機関         | 4             |
| Michael Stifel                  | 61     | 解析機関         | 4             |
| STL 形式                          | 35     | 加算           | 48            |
| ST 尺                            | 19     | 加算器          | 5             |
| S 尺                             | 19, 29 | カシオ          | 56            |
| Edwin Thacher                   | 54     | 滑尺           | 52            |
| TH 尺                            | 19     | 風立ちぬ         | 1, 68         |
| T 尺                             | 19     | カーソル         | 52            |
| Edmund Wingate                  | 50     | カーペンター計算尺    | 53            |
| xcode                           | 28     | 患者           | 68            |
| XOR ゲート                         | 7      | エドモンド・ガンター   | 50            |
| der zylindrische Rechenschieber | 4      | ガンター尺        | 50            |
| アクリル                            | 35     | 機械式デジタル計算機   | 5             |
| アイザック・アシモフ                      | 10     | 基数           | 68            |
| アストロラーベ                         | 4      | キーボード        | 57            |
| アナログ計算機                         | 4      | 逆尺           | 16, 53        |
| アナログ・コンピュータ                     | 5      | 逆数           | 46            |
| アプリ                             | 57     | キャノン         | 56            |
| アルキメデス                          | 59     | キャリー先読み回路    | 7             |
| アンティキティラの機械                     | 4      | 巨大な建造物       | 15            |
| アンリエット・マリー                      | 50     | 口絵           | 25            |
| 遺伝子                             | 65     | クリック         | 57            |
| インクジェットプリンタ                     | 33     | クルタ計算機       | 5             |
| イングランド内戦                        | 52     | 計算機          | 4             |
| エドモンド・ウィングゲイト                   | 50     | 計算尺アプリ       | 42            |
| 渦巻き型                            | 53     | ヨハネス・ケプラー    | 62            |
| XY座標系                           | 21     | 原関数          | 5             |
| 演算増幅器                           | 5      | 高齢者          | 58            |

|                 |           |             |               |
|-----------------|-----------|-------------|---------------|
| ウィリアム・コックス      | 54        | 正接          | 19            |
| ヘンリー・コゲシャル      | 53        | 西洋音階        | 65            |
| 骨折の添え木          | 1         | 積層ピッチ       | 35            |
| コマンドライン         | 26        | 積分器         | 5             |
| コミックマーケット       | 69        | クエンティーン・セラ  | 54            |
| コンサイス社          | 37        | 全加算器        | 7             |
| 近藤虎五郎           | 55        | 戦艦          | 15            |
| コンパス            | 50        | 線幅          | 22            |
| 細胞              | 66        | 双曲線関数       | 19            |
| サーキュラー          | 2         | そろばん(算盤)    | 1, 4, 57      |
| サザエのフタ          | 65        | ダイオード       | 5             |
| 産業技術総合研究所       | 69        | タイガー計算機     | 5             |
| 三次方程式           | 52        | 大工計算尺       | 53            |
| サンドペーパー         | 35        | 体重          | 41            |
| CNCフライス盤        | 36        | 対数          | 2, 11, 30, 59 |
| 指数              | 11, 66    | 対数の性質       | 12            |
| 次数              | 66        | 対数表         | 62            |
| 自然対数            | 2, 17, 21 | 対数螺旋        | 65            |
| 失読症             | 58, 68    | エドウィン・タッカー  | 54            |
| 社会福祉            | 69        | 多価関数        | 39            |
| シャープ            | 56        | 竹           | 55            |
| ニコラ・シュケー        | 61        | 多相計算尺       | 54            |
| ミハエル・シュティーフエル   | 61        | タッチ         | 57            |
| 常用対数            | 21        | ターミナル       | 26            |
| シリンドリカル         | 2         | 単調増加        | 29            |
| 真空管             | 56        | 端末エミュレータ    | 26            |
| 真数              | 11        | 断面図         | 19            |
| 身長              | 41        | チャールズ王太子    | 51            |
| 数式の変形           | 23        | チャールズⅠ世     | 51            |
| スケール・フリー・ネットワーク | 66        | 中等教育        | 2             |
| シモン・ステフィン       | 61        | 直角三角形       | 31            |
| スマホ             | 1, 57     | 直線型(計算尺)    | 2, 16, 51, 56 |
| スミソニアン博物館       | 54        | ツィリンドゥリッシェ  | 4             |
| 3D プリンタ         | 35        | 底           | 2, 11, 30, 59 |
| 3D モデリングマシン     | 36        | デカルト座標系     | 21            |
| 正規分布            | 65        | デジタル計算機     | 5             |
| 清教徒革命           | 52        | デシベル        | 65            |
| 正弦              | 19, 29    | デバイダ        | 50            |
| 青少年のための科学の祭典    | 68        | 手回し計算機      | 5             |
| 整数演算            | 1         | リチャード・デラメイン | 51            |

|             |        |                |            |
|-------------|--------|----------------|------------|
| 電子計算機       | 7, 56  | ジョージ・フラー       | 54         |
| 電子式卓上計算機    | 2, 56  | フリーソフトウェア      | 21         |
| 電子式デジタル計算機  | 7      | プログラム          | 24         |
| 天体の運行       | 62, 67 | 分子生物学          | 66         |
| 電卓          | 1, 56  | 文明開化           | 55         |
| 店頭在庫        | 2      | 平方             | 17         |
| 度           | 19     | シルヴァヌス・ベヴァン    | 53         |
| 導関数         | 5      | ヘンミ計算尺株式会社     | 2, 56, 57  |
| 等比数列        | 59     | 逸見治郎           | 55         |
| トランジスタ      | 56     | 逸見製作所          | 56         |
| 中村測量計器製作所   | 55     | ヘンリエッタ・マリア     | 50         |
| ウィリアム・ニコルソン | 53     | 砲弾             | 39         |
| 日本計算器販売     | 57     | 砲兵計算尺          | 39         |
| アイザック・ニュートン | 52     | 補助器具           | 4          |
| 認知機能        | 58     | マウス            | 57         |
| ジョン・ネイピア    | 50, 62 | 巻き貝            | 65         |
| ネイピア数       | 50     | アメデー・マネーム      | 53         |
| ネットオークション   | 2      | マンハイム計算尺       | 54, 55     |
| ネットワーク      | 66     | 水時計            | 4          |
| ノモグラム       | 4, 68  | 目はずれ           | 13, 17, 43 |
| 排他的論理和      | 7      | 有効桁数           | 23         |
| パスカリーヌ      | 5      | 有理数            | 23         |
| ブレーズ・パスカル   | 5      | 余弦             | 19         |
| パソコン        | 21, 57 | ゴットフリート・ライプニッツ | 5          |
| 早川電機        | 56     | 螺旋             | 31         |
| 半音          | 65     | 螺旋状            | 15         |
| 半加算器        | 7      | 立方             | 17         |
| ビジコン株式会社    | 57     | リップルキャリー加算器    | 7          |
| 日時計         | 4      | 両面計算尺          | 54         |
| ヒト細胞        | 65     | ルンデ            | 4          |
| ビットシフト      | 7      | レクティリニア        | 2          |
| ビット列        | 7      | レッチェンシーバー      | 2          |
| 非難合戦        | 52     | レッチェンシャイベ      | 4          |
| 微分解析器       | 4      | レッチェンスタブ       | 4          |
| 肥満度         | 41     | ジョン・ロバートソン     | 52         |
| ヨスト・ビュルギ    | 62     |                |            |
| 広田理太郎       | 55     |                |            |
| ウィリアム・フォスター | 51     |                |            |
| フォールド尺      | 53     |                |            |
| 符号反転器       | 5      |                |            |

著者略歴

昭和45年 福岡県生まれ  
平成13年 博士（情報工学）（九州工業大学）  
平成13年 国立研究開発法人 産業技術総合研究所（現職）  
平成20年 早稲田大学 客員准教授  
平成24年 明治薬科大学 非常勤講師（現職）  
平成25年 芝浦工業大学 非常勤講師（現職）  
平成28年 東ソー株式会社 技術コンサルタント（現職）  
平成28年 早稲田大学 客員教授（現職）

発行 平成30年4月22日 初版第一刷

著者 富永大介

<https://staff.aist.go.jp/tominaga-daisuke/>

発行人 富永大介

イラスト わたべふさこ

印刷 製本直送.com

## 出展歴

- 2012.8.18-19 青少年のための科学の祭典 熊本大会  
グランメッセ熊本 (上益城郡益城町)
- 2013.8.17-18 青少年のための科学の祭典 熊本大会  
グランメッセ熊本 (上益城郡益城町)
- 2017.8.13 コミックマーケット92  
東京ビッグサイト (東京都江東区) 東2-S27b
- 2017.8.19-20 青少年のための科学の祭典 熊本大会  
グランメッセ熊本 (上益城郡益城町)
- 2017.12.31 コミックマーケット93  
東京ビッグサイト (東京都江東区) 東6-ニ53a
- 2018.4.22 技術書典4  
秋葉原UDX (東京都千代田区) アキバ・スクエア け-15



計算尺ペーパークラフト  
「作って使おう計算尺」

好評頒布中！



[https://www.seichoku.com/user\\_data/booksale.php?id=157253416](https://www.seichoku.com/user_data/booksale.php?id=157253416)

[https://www.seichoku.com/user\\_data/booksale.php?id=157253416](https://www.seichoku.com/user_data/booksale.php?id=157253416)

## 出展予定

2018.8.12 コミックマーケット94  
サークル名「お台場計算尺」

(抽選結果次第)

乞うご期待！