

数学史の一端として～記号の話

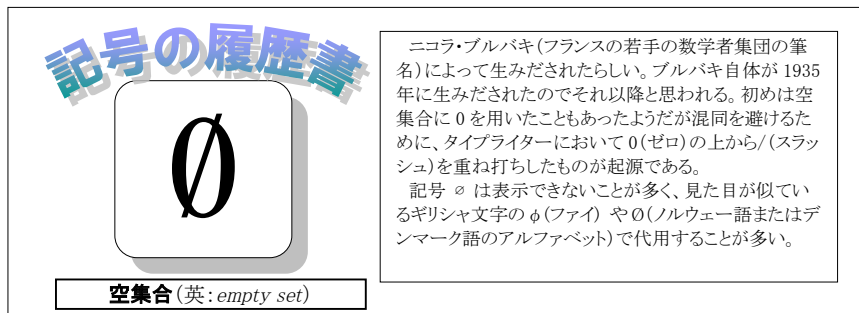
北海道八雲高等学校

吉田 奏介

「空集合の記号は \emptyset （ファイ）ではない。」

といわれて、そうだねと思う人もいれば、えっそうなの？と思う人もいるだろう。自分は恥ずかしながら後者だったわけなのだが、じゃあ何なのかということは何もかかれてはいない。教科書によってはささやかなコラムのようなもので記号について説明していることもあるが、一般の教科書では「 Σ 」や「！」を誰が何故その記号を用いたのかにふれることは少ない。しかし、このことを数学史への興味関心につなげられないだろうか。現在、数学史は単元の表紙などに出てくるが、あまり深い話のものでもなく、数学を勉強したものにとっては著名であるガロアやオイラーなどが出てきても、生徒にとってはなじみのうすいものである。そこで生徒にもなじみがあって、それでいて歴史を持っているもの、「記号」から数学史を感じさせるのもよいのではないだろうか。そうすると数学界の著名人が結果的に現れてきて、何をした人かがよりはっきりするだろう。

そこで私の履歴書もとい「記号の履歴書」としていろいろな記号の過去をさかのぼってみた。諸説あるものなどもありはっきりしないものもあったが、プリントのあまったスペースなどに貼り付けておくとちょっとしたコラム代わりになるのではないだろうか。



また、多少小難しいものになってしまったものもある。そこで下のような、問題集などで見られる一行コラムのような差し込み方もおもしろいかもしれない。

Topic 日本人は昔3以上の数は「たくさん」と呼んだ。3を「みっつ」と読むのは「満つる」から。

最後に、記号についての話を中心にしたため歴史背景が薄いものもある。そこは補足していただいたり、生徒が調べたりする余地ということで…。

参考文献・Web

Earliest Uses of Various Mathematical Symbols <http://members.aol.com/jeff570/mathsym.html>

「数学記号あれこれ」<http://www.kyoei-g.ed.jp/teacher/suukenh/sugiyama/sugih6.htm>

話題源数学 1989 東京法令

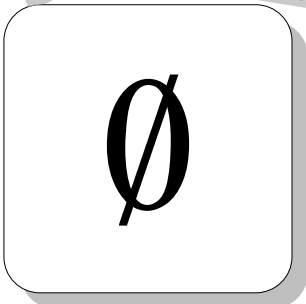
数・数式・記号及び図形の読み方 1967 日本科学技術英語研究会

数学I 教授資料・数学II 教授資料 数研出版

新数学I+A 教授資料 啓林館

数学基本ノート 中部日本教育文化会

記号の履歴書



空集合 (英: *empty set*)

ニコラ・ブルバキ(フランスの若手の数学者集団の筆名)によって生みだされたい。ブルバキ自身が1935年に生みだされたのでそれ以降と思われる。初めは空集合に0を用いたこともあったようだが混同を避けるために、タイプライターにおいて0(ゼロ)の上から/(スラッシュ)を重ね打ちしたものが起源である。

記号 \emptyset は表示できないことが多く、見た目が似ているギリシャ文字の ϕ (ファイ) や \varnothing (ノルウェー語またはデンマーク語のアルファベット) で代用することが多い。

記号の履歴書



正弦・サイン (英: *sine*)

三角法 trigonometry の語源は trigonon(三角) + metria(測る)であり、ギリシアの天文学において天体の距離の測量に利用するために生まれた。プトレマイオス(トレミーとも、紀元前150年頃)の「アルmagest」にも計算法がかかっている。

ギリシアからインドに伝わり、半弦の表に改良され発展していった。このインドでは半弦を *ardha-jya* や *ardha-jīva* と呼んでいたが徐々に *ardha* が略され *jya* や *jīya* になっていった。

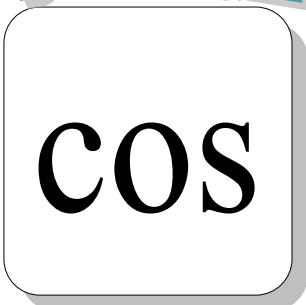
さらにインドからアラビアへ伝わり天文学から数学の一分野として発達する。しかしその際、正弦を *jiba* と呼んだが *jaib* (胸・谷間・入江の意)と混同された。そのため再びヨーロッパに伝えられたときに同じ意味のラテン語 *sinus* と訳され、今日の *sine* が作られた。最初に *sin* を用いたのは1634年フランスの数学者エリゴヌであるといわれる。

高さや距離の測量には正接や余接が有効であることからアラビアで発展していった。始めは中世のラテン語で水平の影という意味で *umbra recta* と言われていたものを1583年頃デンマークのトーマス・フィンケがラテン語でふれているという意味である *tangens* から *tangent* とし最初に用いた。

余弦はあまり必要性が感じられていなかったが、直角三角形が科学の基礎として意識され、直角三角形の2つの鋭角の余角 *complementary angle* としての正弦から余弦が考えられてきた。インドのアリアバタは510年頃すでに余角の正弦表を作っていたが特別な名称はつけておらず、1436年頃レギオモンタヌスは *sinus rectus complementi* といい、1620年エドモンド・ガンターは *co.sinus* と、1658年イギリスのジョン・ニュートンは *cosinus* と表し、これから *cosine* が使われていく。そして1674年頃ムーアが *cos* と書くようになり定着していった。coは「第二の」という程度の意味で、日本語の余弦の「余」が該当する。

正弦・余弦・正接という名前は明末期(1629年頃)西洋の天文書が訳され編集された「測量全義」(1631)の中で割円八線として出てきている。昔は正接を正切と書き、接線も切線であった。切は「せまる」、接は「くっついている」の意味なので、円の内接三角形は「接」、外切三角形は「切」を用いるのが正しいと主張することもあったが、現在は接に統一されている。

記号の履歴書



余弦・コサイン (英: *cosine*)

記号の履歴書



正接・タンジェント (英: *tangent*)

記号の履歴書

log

ログ・ロガリズム(英: *logarithm/log*)

「logarithm」は1614年にネピアが使用した造語でギリシア語の logos (比の意味)と arithmaos(数の意味)から作った。

log x というように底を省略した場合、高等学校では微分積分を習う前までは常用対数を表すが、微分積分を習うと自然対数を表す場合が多い。

記号の履歴書

i

虚数単位・アイ(英: *imaginary number*)

1545年カルダノにより3次方程式の解の公式を発見したことにより虚数が本質的に必要になった。そこで1637年デカルトは方程式の根に実根・虚根の名をつけ、1777年(1748年との説もある)オイラーは imaginary number の頭文字をとり $i = \sqrt{-1}$ という記号を用い表し、アルガンは複素数の幾何学的表示を公にし、複素数の絶対値に“モジュラス”と名付けた。そしてガウス(1774~1855)によって1799年「代数学の基本定理」の証明され、複素数(complex number)として確立した。

記号の履歴書

+

たす・プラス(英: *plus sign*)

1489年「計算親方」の異名をもつドイツのウイットマンがライプツヒで発表した書物のなかで「+」と共に過不足の意味で使いだした。しかしこの中ではプラスという言葉は使われていない。1514年オランダのファンデル・ホエッケの著書において計算記号として初めて用い、「=」を使い始めたイギリスのロバート・レコード(1510ごろ~58)、1521年ウィーン大学教授のシュライベル、1525年にはその弟子ドルフも代数学書の中で加法と減法の意味で用いている。そしてフランスのヴィエタ(1540~1603)によって一般に使うようになっていった。

「+」については14世紀頃、ラテン語の「および」を意味する「et」を速く書いているうちに崩れ「+」になったと言われている。

「-」については m または \bar{m} の略号であろうという説があるがはっきりはしていない(パチオリ(15世紀)、カルダノ(16世紀))。ちなみに負の数の完全な解釈や用法はフランスのルネ・デカルト(1596~1650)によるものであるが、それ以降も間違った考え方は少なくなかった。

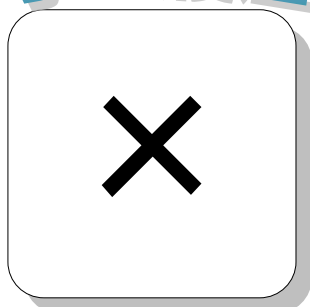
また、18世紀の後半になっても負の数の使用に反対した数学者がいたくらい「+」「-」を数として扱うのには苦心があった。

記号の履歴書

-

引く・マイナス(英: *minus sign*)

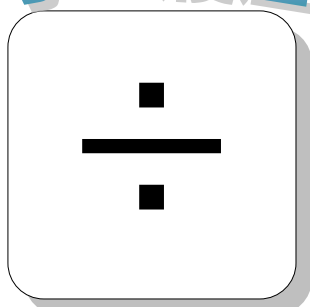
記号の履歴書



かける(英: *time sign*)

1631年イギリスの数学者オートレドの「数学の鍵」の中で用いられる。文字式計算では x と間違え易いので省略したり「 \cdot 」で代用することが多い。かけ算の記号としては「 \cdot 」の方が古くから使われている。ベクトルの外積でも用いられる。
(\cdot はライブニッツが使い始めたらしい)

記号の履歴書



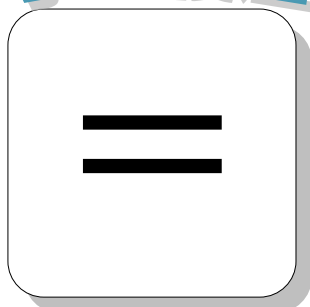
割る(英: *division sign*)

ロンドンの金融街では半分を示す記号($4 \div$ は2を示す)として(15世紀の始め)や、ポーランド語の活版印刷機で範囲を示す記号として用いられていた。

1659年スイスの数学者ヨハン・ハインリッヒ・ラーンによる代数学書「Teutsche Algebra」内で計算に用いられ、ジョン・ペルクが記した書籍で一般に認知されるようになった。その後ノルウェーやデンマークを含むヨーロッパの一部で除算記号として使用されたことや、アイザック・ニュートンなどがこの記号をよく使ったため、一般に使用されるようになる。

記号自体は、分数の表記するときに分子と分母の間の横線と分子と分母のそれぞれを点で表したものが元となっているといわれている。

記号の履歴書



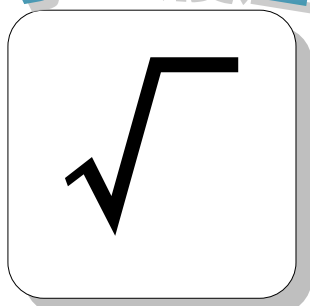
等号・イコール(英: *equal*)

1577年イギリスのレコードによる英語で書かれた最初の代数学書「知恵の砥石」で用いられる(1543年の算術書とも言われている)。レコードは= \equiv を用いる理由として「2つの平行線くらい等しいものはほかにはないからである」と言っている。

あまり普及しなかったらしいが1631年イギリスのトーマス・ハリオットが復活させ、デカルトが独自の記号を考案した。

最初は2本の線が非常に長かったが、徐々に短くなっていった。

記号の履歴書



根号・ルート(英: *root*)

1525年ウィーン大学教授のシュライベルの弟子ルドルフがCoss(代数)で「 $\sqrt{\quad}$ 」が用いられた。これは1202年イタリアのレオナルドの本では $\sqrt{4}$ をradix de 4、1473年ドイツのレギオモンタヌスの本ではradix quadrata de 4とかいており、このあとイタリアでは最初のRと最後のxが縮約されて「R」となり、フランス、イギリスではlatusの頭文字lやLが用いられた。したがってrから作られたといわれている。しかし一方で1480年頃に「 \cdot 」で平方根を表す方法があり、1524年以前の代数の写本には点の変形して「 \cdot 」のような記述が見られる。そこでこの点の変形だと見る人もいる。1637年フランスのデカルトによって「 $\sqrt{\quad}$ 」の形となった。

記号の履歴書

π

円周率・パイ(英: Pi)

当初 1652 年 W.Oughtred の π / δ (π は円周 periphery δ は直径 diameter) やド・モアブルの c/r (circle/radius) などのように示していた。1655 年に J.ウォリスは $4/\pi$ にあたる数値を \square (ヘブライ文字メームとの説もあり) を用い表現し、1689 年 J.Chr.スツルムが円周率そのものを「e」1文字で表した。

そして 1706 年ウィリアム・ジョーンズが「 π 」を円周率の意味で使い始めたと言われている。「 π 」は「周辺・地域・円周」などの意味のギリシア語 περιφέρεια の頭文字といわれる。

記号の履歴書

\int

インテグラル(英: integral)

微積分の発達は 17 世紀までになってからである。天文学者ケプラーは回転体の体積を考え、イタリアのカバリエリは不可分量を考え、フェルマーは極限を作り出し、他にもパスカルやウォーリス、デカルトなど著名な数学者が微積分の確立に貢献した。特にニュートンは微分係数の概念、ドイツのライプニッツは微分法・積分法という言葉の石杖を作り出した。

そのような流れの中では 1675 年ライプニッツがラテン語の和「Summa」の頭文字 S の古い形として用いたといわれる。

また $\int_a^b f(x) dx$ といった表記法はフランスのフーリエが初めて用いた。

記号の履歴書

$f(x)$

関数・ファンクション(英: function of x / f of x)

関数の概念は 17 世紀後半にニュートンやライプニッツが微積分を発見されたときに生まれたものである。ライプニッツは機能・作用といった意味のラテン語 functio を用いて 1694 年 Funtction を生みだした。そして 18 世紀、オイラーは関数 function の頭文字をとり $f(x)$ と表記した。関数自体はオイラー、コーシーを経て 19 世紀中頃ディリクレによってほぼ完成した。

日本には、中国で function を「函数(ハンシュウ)」と呼んでいたものが明治時代に輸入された。ブラックボックスとも意味が重複する「函」という文字であったが、戦後当用漢字(現: 常用漢字)にないために、同じ音の「関」に変わってしまった。

記号の履歴書

e

自然対数の底(英: Napier's constant)

対数自体はスコットランドの J.ネイピアによって導入され、その仕事に感激したブリッグスが 1624 年に常用対数表を完成させた。そしてその 200 年オイラーが指数関数の逆関数として対数関数を導入し、1738 年に刊行された「力学」にて自然対数の底 e と示した。(ちなみにオイラーは Euler と書き、 e は頭文字に当たる。偶然?)

ちなみにネイピアの対数の底は $\frac{1}{e}$ にあたる。

記号の履歴書

%

パーセント(英: *percent*)

15世紀ころまで数の計算は主に分数で行われていた(ちなみに小数は1585年に発明された)が、商売など生活上の計算を行うには不便であった。そこで考えられたのがパーセントである。最初はいろいろな表記法があったが per(~について)+cent(100)を略して P^c となり、1650年頃には走り書きが P° となっていき、後に○が0へと変わり P がとれ、イタリアで現在の形に到ったのである。したがって100からすぐに%ができたわけではない。

また日本にも、室町時代には%と同じ考え方の文字(もんこ)という考え方があった。

記号の履歴書

a, b, c, \dots

x, y, z

アルファベット(英:)

量を記号で表すことはユークリッド(紀元前300頃)の「原論」内にも見られている。

フランスの数学者ヴィエト(1540~1603)は「解析論入門」で既知量に対して子音を表す文字 b, c, d, \dots を使い、未知量に対しては母音を表す文字 a, e, i, o, u などの文字を用いた。

現在のように既知量に対してアルファベットの前の方を用い、未知量に対しては後ろの方を用いるというのはデカルト(1596~1650)が始めた。

また長さには length の l を、高さには height の h 、半径には radius の r のように頭文字を用いる習慣もある。

記号の履歴書

!

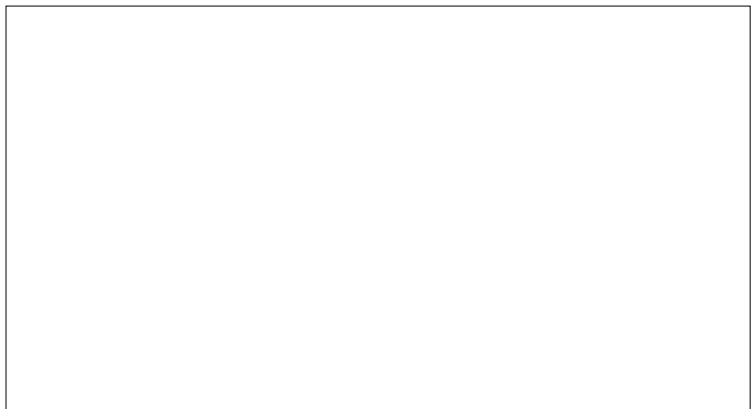
階乗(英: *Factorial*)

$n!$ と表記することは1808年クランプによって提案された。別な表記法があったのだが、印刷上新しい記号を用いるのではなく従来から用いてきた記号を用いることで代用すればよいという発想であったらしい。また、階乗数は n が大きくなるにつれて驚くほど大きな数になるので記号として「!」が使われるようになったという説もある。

!!となると2つおきのかけ算となる。

$$n!! = \begin{cases} n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \cdots 2 & : n \text{が偶数} \\ n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \cdots 1 & : n \text{が奇数} \end{cases}$$

記号の履歴書



一行コラム

インカでは、トウモロコシの実によって作られたソロバンを使って計算していた。

ターレスは、たった1本の棒の影の長さでピラミッドの高さを測り、エジプト王を驚かせた。

昔、フランスのパン屋では、「符木」という1組の木片を使って掛け売りをしていた。

測量術は、度重なるナイル川の氾濫の副産物として、エジプトなどで発達した。

1799年にメートルとキログラムの原器が白金で作られた。

17世紀以降になって、数学は様々な社会の問題解決にも利用されるようになった。

古代では、数学は物理学や天文学の道具として重要な学問であった。

数学者のニュートンは、子どもの頃は体が弱く、学業の成績もあまりよくなかったらしい。

「数学」は中国伝来の言葉で、ヨーロッパでの語源は古代ギリシャ語の「マテマタ」である。

「数学」の語源の古代ギリシャ語の「マテマタ」とは、「学ばれるべきもの」を意味する。

奈良時代には、「算博士」と呼ばれる、数学の世襲制度があった。

1メートルとは、パリを通る子午線の北極から赤道までの1000万分の1の長さのこと。

方程式の「方程」という言葉は中国の紀元前2世紀の「九章算術」という書物からきているらしい。

仏教の「曼荼羅」には、「フラクタル曲線」が使用されている。

日本のソロバンは、17世紀に中国の明から伝来したと言われている。

6世紀にインドで「0」が発見され、続いて負の数が発見され、数学を飛躍させた。

日本では17世紀に関孝和が日本独特の筆算式数学を発明し、高度な計算をしていた。

インカでは、「キープ（キボス）」という特殊な道具によって、数量を表していた。

ガリレオは、弾道が2次関数のグラフ（放物線ともいう）を描くことを発見した。

コンピュータの計算の流れを「アルゴリズム」という。

「数」は、自然数→整数→有理数（分数・小数）→無理数（ルート）と広がっていく。

ピタゴラスの定理には370通りもの解法があり、アメリカ大統領によるものもある。

電卓は calculator というが、元になった calculus には「小石」という意味がある。

フランス・ドイツ・イタリアなどのヨーロッパ諸国では、「割る」の記号に「:」を使う。

「塵劫記」には、ソロバンの方法から土地の測量まで多くのことが書かれていた。

「 π 」のことをドイツでは、その発見者にちなんで「ルドルフの数」とも呼んでいる。

国際数学オリンピックは1959年から毎年開催されている。参加資格は高校生以下。

現存している最古の数学書は、エジプトで発見された「リンド・パピルス」という巻物である。

日本人は昔3以上の数は「たくさん」と呼んだ。3を「みっつ」と読むのは「満つる」から。

沖縄では「結縄」という道具を使い、太さで「桁」を、結び目で「数」を表したという。

数学とは縁がなさそうな「聖書」にも、円周率「 π 」にちなんだ文章が登場する。

エジプトの歴史はロゼッタ石の発見に始まる。その遠征軍の指揮官はナポレオンであった。

「0」は、12世紀にイタリアのフィボナッチによりアラビアからもたらされた。

+（プラスの記号）にも書き順があり、縦から書くのが正しいらしい。

「エラトステネスの篩（ふるい）」とは、「素数」を見つけ出すためのものである。

「数学者」の父親の職業で一番多いのは、「牧師」や「商人」であつたらしい。

江戸時代には神田の東雲堂、京都の竹月堂など、数学専門の寺子屋があった。