

歴史から見る！ 人類と数理

木や骨に付けた縄で獲物の数を記録していた太古の昔から、人類は実世界の物事を抽象的な「数」として表す便利さを知っていました。そして、数を巧みに表す「数字」を発明し、数学という学問が生まれました。



くさび形数字が書かれた古代バビロニアの粘土板（紀元前1800年ころ）。直角三角形の辺の長さが整数比になる組み合わせが60進法で書かれている。

現代につながる60進法の数学

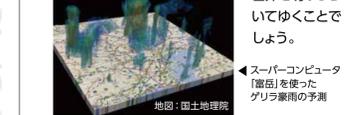
時間や角度を表す数字には、60や60の倍数がよく現れますが、これは古代バビロニアの数学がはじまりです。古代バビロニアでは60をひとまとまりに位を上げる60進法という表し方を使って、高度な数学を発展させました。60進法による計算は、暦の制定などに必要な精密な天文計算に使われ、その後も、感量の運動に関する数式を導いたケプラーの時代まで使われていたようです。

中世-近代

数学によって数や図形のさまざまな性質が分かってくると、その性質から実世界を理解し、利用する工夫が重ねられてゆきます。世界の姿を明らかにしようとする科学と、正確さや真正さを裏付けてくれる数学は両輪のように発展し、近代の科学や技術が育ってゆきました。

現代

現代では、膨大なデータから現実世界をシミュレーションできるコンピュータの登場によって、世界の理解や新しい発見、技術開発が飛躍的に進んでいます。これからは人類は、数理を駆使して世界を切りひらいてゆくことでしょう。



数学の未解決問題を解くことで、乳がんやコロナウイルス感染症などの最新の検査技術が開発されました。

開発された検査技術「マイクロ波マンモグラフィ」による乳がんの検査画像

提供：木村建次郎（神戸大学）

インターネットの安全と素数

1とその数でしか割り切れない7や13のような数を「素数」といいます。2つの大きな素数を掛け合わせることは比較的簡単ですが、掛けた値だけを見て、元の素数を割り出すには、膨大な計算が必要です。この性質を利用して、2つの大きな素数の掛け算から、ひと組の鍵を作る暗号方式（公開鍵暗号）が生まれました。元の素数が分からない限り、一方の鍵で暗号化したデータはもう一方の鍵でしか解読（復号化）できない、という性質があるため、インターネット社会の安全を守るために広く使われています。

数学の世界で活躍する日本人

伊藤 清(1915-2008)は、数学の一分野である「確率解析学」における功績により、社会の技術的発展と日常生活に対して優れた貢献をした数学者に贈られる賞である「ガウス賞」の第1回受賞者となりました【2006】。伊藤の成果は、現代の金融工学・経済学などの発展にも大きな影響を及ぼしています。また、1936年に創設された、数学で最高権威の賞の一つとされる「フィールズ賞」も、これまでに3人の日本人(小平 邦彦【1954】、広中 平祐【1970】、森 重文【1990】)が受賞しています。

「世界とつながる“数理”」について詳しくはこちら！



宇宙は138億歳

数理を使えば、重力の方程式と観測からこんなことまで分かってしまうのです！

$$R_{宇宙} = \frac{1}{2} g_{宇宙} R = \frac{8\pi G}{c^2} T_{宇宙}$$

祝日「春分の日」の決め方

太陽をめぐる地球がいつどの位置にいるかは運動方程式で予測できます。暦の「春分の日」が何日になるかもこうして決まります。ものの動きを数学で表すことは、予測や制御など多くの場面で使われています。

ここを通る日が「春分の日」

運動方程式で予測

運動方程式は、物体に働く力から、物体がその先のどの時点にどの位置にあるかを計算できる数式です。

台風の進路予測

気温や風など条件を少しずつ変えた計算を何度もして予測しています。そのばらつきで予想の範囲も分かれます。

年代測定のマストアイテム

放射性炭素は、すべての生き物の中にあって、死ぬと一定割合で減ってゆくの、その量ははかると生きていた年代を知ることができます。変化の仕方が分かっているものは、数理を使うとモノサシになるのです。

【体中の放射性炭素】

生きている間は大気中と同じ

死んで減る一方

死亡

年代の古さ

現在

表現と数理

人間が最も美しいと感じる比率といわれる黄金比(1:1.618...)。自然界や建築物に黄金比が見いだされるといわれ、様々な立場から議論が続いています。

【図形の性質によるデザイン】

数学の世界を表現している切り絵アーティストのある作品は、「ピタゴラスツリー」と呼ばれる図形をベースに制作されています。

ピタゴラスツリーは、正方形の斜辺が重なっている構造の繰り返しになっています。三平方の定理(ピタゴラスの定理)という、直角三角形において、斜辺の長さの二乗がその二辺の長さの二乗の和に等しいという定理から、赤い正方形の面積が2つの青い正方形の面積の和に等しくなります。青の正方形の面積もそれぞれ接している黄色い正方形の面積の和に等しいので、赤の正方形の面積と4つの黄色い正方形の面積の和も等しくなります。この定理を考えると、各色の面積の和はすべて等しくなります。

また、ピタゴラスツリーのように、部分と全体の形が相似となるような構造を「フラクタル」と呼びます。

三平方の定理を使ったデザイン(岡本健太郎 制作)

ピタゴラスツリーの構造

量子コンピュータ

すべてを順に調べると膨大な回数を必要とする問題も、量子の「重ね合わせ」によって全体をひとまとめにして計算すると、大幅に少ない回数で答えを見つけることができます。

従来のコンピュータ

1	計算	→	x
2	計算	→	x
3	計算	→	x
100	計算	→	x

量子コンピュータ

量子で重ね合わせて…

答えは3分

少ない計算で答えを見つける

すべて計算して正解を見つける

人形をおく

安定させるのに、どんな工夫をする？

足を開かせたり、座らせたりする人が多いのではないのでしょうか？

私たちは、経験から立体図形の性質を想像して、倒れにくい形や角度を考えています。

私たちがものを作るときや使うときの工夫には、たいいてい数理が関わっているのです。

立体図形

図形の性質

多数決

みんなの意見、どうまとめる？

多数決は、「それぞれが最も好ましいもの一つだけ選び、数が多きものをみんなの意見とする」と決めることで、簡単に比べられないそれぞれの意見、比べやすい「数」に置き換えているのです。何を決めるかや人数が違っても同じ方法が使えるのは便利です。

みんなの思い

大小比較

投票数

数

湖の魚の数え方

一部の魚に目印を付けておけば、とれた魚の数と、その中の目印の付いた魚の数から、湖全体の魚の数を推測できます。一部から全体を知りたいとき、数理はとても便利に使えます。

湖全体の魚

とれた魚

湖全体の魚の数

= 目印を付いた魚の数 × (とれた魚の数 ÷ 目印の付いた魚の数)

= 4 × (3 ÷ 1)

ウイルスが広がる条件

二次感染で社会に広がるかどうかを数式で判定できます。

$R_0 \geq 1$

脳のひらめきの数式

創造や共感が生まれる脳の仕組みも数式であらわす研究が進められています。

薬の量と飲む回数

飲む薬が時間とともに分解されてどれくらい減るのか分れば、薬が適切に効き続けるために1回の量と飲む回数をどうすべきか分かります。変化のしかたを数学で表せると、予測したり制御したりできるようになります。

【1日3回飲むくすりの場合】

薬の量を分けて飲む場合

体内で分解されて減ってゆくがきちんと飲むと効き続ける

朝 昼 夜 時間

やまびこ

やまびこが返ってくるのが遅い時、どう感じる？

「遠くの手で届いた」とうれしくありませんか。私たちは、山との距離が大きいと声が届いてくる時間がかかるという経験から、比例の性質を無意識に使っているのです。

山との距離

距離 = 速度 × 時間

比例

$d = b \times c$

距離だけでなく、数理を使って感じているものは他にもたくさんありますよ。

「数理」とは数学を道具として使うこと

積み木でできた○や□の世界。シンプルな数やカタチをあやつって、想像やひらめきを楽しむ子どもたち。それは、数理へのパスポートです。広い世界へとつながる数理へ、ようこそ！

現実世界

関係を表す

変換

数理

計算

理解する・答えを出す

まずは3つの身近な経験を例に見てみましょう。

「ゲーム理論」のしくみ

おたがいの選択肢や損得を数値化して分析できる「ゲーム理論」。有利な手の発見や、社会のルールづくりに役立てられています。数理は、こうした複雑な対象も数学であつたことができます。

相手の選択

ゲーム理論で分析すると…		相手の選択	
自分の選択	相手の選択	分け合う	分け合わない
分け合おう	分け合おう	自分20点 相手20点	自分100点 相手0点
分け合おう	分け合わない	全部取られてしまった 自分0点 相手100点	仲良しはぶんぶん 自分50点 相手50点

相手の選択

分け合う

分け合わない

安全なカーブのカタチ

安全なカーブには、曲がり具合の変化が一定の曲線が使われています。

安全なカーブのカタチ

安全なカーブには、曲がり具合の変化が一定の曲線が使われています。

「ゲーム理論」のしくみ

おたがいの選択肢や損得を数値化して分析できる「ゲーム理論」。有利な手の発見や、社会のルールづくりに役立てられています。数理は、こうした複雑な対象も数学であつたことができます。

相手の選択

ゲーム理論で分析すると…		相手の選択	
自分の選択	相手の選択	分け合う	分け合わない
分け合おう	分け合おう	自分20点 相手20点	自分100点 相手0点
分け合おう	分け合わない	全部取られてしまった 自分0点 相手100点	仲良しはぶんぶん 自分50点 相手50点

相手の選択

分け合う

分け合わない

マンホールのふたの形

穴に絶対落ちないように、どこを測っても幅が同じ「定幅図形」の円が使われています。いろいろな図形の性質を知っていると、何かをしたり作ったりするときに、よりよい方法が見つかるのです。

定幅図形

どこを測っても同じ幅になる

正方形

円

ルーローの三角形

サイコロの目

サイコロの目は、なぜ6面体で、なぜ1から6まで刻まれているのか？

サイコロの目

サイコロの目は、なぜ6面体で、なぜ1から6まで刻まれているのか？

サイコロの目

サイコロの目は、なぜ6面体で、なぜ1から6まで刻まれているのか？

サイコロの目

サイコロの目は、なぜ6面体で、なぜ1から6まで刻まれているのか？