

桜井：黄色に入っている？

B：いいえ。

桜井：緑に入っている？

B：はい。

桜井：青に入っている？

B：いいえ。

桜井：あなたが選んだ妖怪は、ブシニャンです。

B：はい。

桜井：はい。やった。成功。ありがとうございます。

さあ、何で分かったんでしょう。B君、少し付き合ってください。まず私は、赤のカードを1、黄色のカードを2、緑のカードを4、青のカードを8にしました。この1、2、4、8がポイントなのです。1、2、4、8。1、2、4、8じゃないとうまくいかない。そして、妖怪を左から順にナンバリング。1、2、3、4、5、6、7を飛ばして8、9、10と振りました。

さて、最初の方は赤と緑でした。私は、赤が1で緑が4と知っていますから、 $1 + 4$ は5という足し算をする。5が答えです。ふぶき姫となるのです。2番目の彼は、たしか青と赤でしたっけ？

青と赤だとすると、 $1 + 8$ で9だから、9はウィスパー。こうなるんですよ。黄色と緑といたら $2 + 4$ で6だから6が答え。ジバニャンと分かるのです。どうしてでしょう。のちほど謎解きをします。はい、今日帰りましたら、きっとやりたくなると思います。

さて、カレンダーマジック。9つの正方形の中の数を全部足したら幾つという問題。簡単でしょ。こうするの。真ん中の数を9倍すればいいの。これがヒント。真ん中の数を9倍すれば9つの合計があつという間に分かるというマジックです。

さあ、このマジックを手際よくするには、9倍の計算に慣れておく必要があります。1桁だったら九九でいいよね。問題は、真ん中の数が12とか19とか23とか、2桁になった場合に困ります。

それは、いったん10倍して、12だったら120です。いったん10倍する。次に12を引くの。1個分引くの。9つを掛けるということは、10個分を掛けて1つ分引けばいい。9は $10 - 1$ だから。そういう仕組みです。そう、ここで引き算をすることになります。120 - 12で108。だから、九九は使っていないのよ。気づいた？ 小学校1年生でも原理的にはできます。もちろん、九九が早い人は、これ、そのまま 9×2 、18、 9×1 が9で繰り上がって108。悪くない。どうやってもいい。こういう方法もあるということね。

10、9、8、7、6、5、4、3、2、1。さあ皆さん、答えをせえの。(会場「207」)。そう。23だから、10倍して230。200はそのままですね。30から23を引くから7。なぜでしょう。のちほど種明かしをしましょうね。

さあ、どんどんいきます。次も足し算マジック。足し算。私は去年、『世界は足し算でできている』という300ページを超える分厚い本を書きました。小学1年生で習う。主として最初に習うのは足し算。でもね、数学は、プロの数学者になっても足し算が一番大事なの。それを僕は書いたの。『世界は足し算でできている』。

さあ、100個の連続する数の前に、10個からいこう。こうするのよ。1、2、3、4、5。5番目の数字書いて後ろに5と書けば答えになる。1、2、3、4、5、小さい方から5番目の数字書く。後ろに5と書け。5番目の数字横に5を付ける。マジック。計算はしないのです。計算していたら遅い。計算マジックなのに計算しないというマジックです。

さあ、方法が分かったと思います。できた方。はい！ はい、ピュッ！ ちょっと遅いよ。みんな昼ごはん食べて来たんでしょ。はい、ピュッ！ 今のところはね。そう、5番目の数字探して、書いて、後ろに5と書くだけ。

これが100個になるとどうなるか。音楽はモーツァルトの、パッパッパ。これがぴったりなんだな。(音楽に合わせて)パッパッパッパ、パパパパパッ、パパパパパッ、パパパッパ、ぴったりでしょ。

連続する100個の自然数の場合、小さなほうから50番目の数。これは、一番最初の数に49を足す。50を足して1つ引く。そして後ろに50を付ければいい。だから、最初の問題。50番目が82だから、82、50で8250というわけ。どうして？ 本当のマジックも「どうして？」と思うわけじゃない？ 人間だから。数学というマジックに接したときに、やっぱりマジックだから「どうして？」となる。

さあ、本当のマジックのやり方。自分の手を見つめて。皆さんの手の中に九九は入っています。9の段。はい。 9×1 からいきましょう。 9×1 が、1本目折ります。 9×2 、2本目折ります。1本と8本で18。 9×4 、3本と6本で36。これは私の奥さんの手です。ネイルアートが実に美しい。はい、 9×5 。こっちから5番目折ると、 9×5 。4

本と5本で45。 9×6 、こっちから6本目。5本と4本で54。 9×7 、6本と3本で63。 9×8 、7本と2本で72。これが9本目だから 9×9 、8本と1本で81。ラスト。10本目。9本と0本で、 9×10 は、90。マジック。9の段、覚える必要はありません。

初めのこの妖怪当てマジックはデジタルマジックです。デジタルというのはコンピュータ。コンピュータは0と1で動いていると聞いたことがあるでしょう。なぜ6番目のジバニャンは黄色と緑に描かれているのでしょうか。こういうことなのです。皆さんは、数を、幼稚園か小学校1年生ぐらいのときにおおかたマスターします。そのときのことをちょっと思い出してほしい。どんなふうにして数を、数字をマスターしていったか。

今日は皆さんに、2進数、0と1だけの数字と数をマスターしてもらいたいです。マスターしていない人にとっては、これはちんぷんかんぷんなの。よく分からない。数を、数字をマスターしている皆さんは、3095と聞けばすぐ分かるんですよ。3095。「さんぜんきゅうご」とちょっと意味が違う。「さんぜんきゅうじゅうご」と言ったら、私たちは、円だと思います。3,095円。千円札が3枚、100円玉が0枚、10円玉が9枚、1円玉5枚。そう小学校1年生、幼稚園のときに、これをマスターする。お金で。お金というリアリティーが、数字を、数を保証してくれる。本当に私たちはお金を触れるからね。見ることができるからね。

いい？ 2進数は、お金と対比している。千の位、百の位、十の位、一の位が、1、2、4、8になるの。今日出てきました。1、2、4、8。1、2、4、8。1、2、4、8。これで十分。次に知りたかったら16にすればいい。1、2、4、8。一、十、百、千じゃなくて、1、2、4、8。これを覚えたら2進数はもう終わる。ジ・エンド。



いい？ 数字は0と1しかないから、1010というのは、2円玉が1枚と8円玉が1枚の1なの。今私は、ジバニャンを6、ふぶき姫を5にしました。これは、僕は初め、10進数でそう決めたの。5番目、6番目と。これを分かりやすくするために2進数にします。5は1+4だから、ここに1と1が立つ。2進数で表わすと0101になる。6は2円玉が1枚と4円玉が1枚。そうすると小学校1年生でも分かる。だから0110。そして、ここから最後のポイント。数字の代わりに妖怪を描くの。数字の1の代わりに妖怪を描くんだよ。ちょっと分かってきた？ さて、妖怪描いていない、妖怪描いてある、妖怪描いてある、妖怪描いていない。0110ということなの。で、2円玉と4円玉だから、2+4で6。こちらから6番目が答えと、こうなるわけです。ちょっと大急ぎでやったのですけれども。

繰り返しますよ。1、2、4、8。これが最大のポイント。そして最後に数字を消しておくの。でしょ。最初、この数字は見えていなかったでしょ。あとから数字が出てきて数字マジックだと分かるのですが、初めに数字がないと分からない。本当にマジック。これで出来上がり。2進数、0と1のマジックだからデジタルマジックと私は呼んでいます。

皆さん、数は目に見えないのですよ。数字は目に見える。これは名前が付いています。アラビア数字といいます。もともとインドで発明されました。世界中を巡り巡って、世界中の数字になりました。インドから旅してね。数字は目に見える。でも、ナンバー、数は目に見えない。

先ほどのデジタルマジックは、実は江戸時代の日本人が既に作っていました。紹介しましょう。まず、この数に関しては、みんなも習ったでしょ。一、十、百、千、万、億、兆、京、垓(がい)、秭(し)、穰(じょう)、溝(こう)、澗(かん)、正(せい)、載(さい)、極(ごく)、恒河沙(ごうがしゃ)、阿僧祇(あそうぎ)、那由他(なゆた)、不可思議、無量大数。これは、そう、ここ、京都の角倉(すみのくら)家の吉田光由が今から400年前に作った、江戸時代、最大のベストセラーは数学書なんですよ。

僕は小学校6年生のときにこれを知った。吉田光由が『塵劫記(じんこうき)』という本の中でこれを作ったと知った。11歳の僕はこう思った。「何で？ 何で江戸時代にこんな大きな数を使う

の？」と。僕のふるさと山形にそのヒントがありました。今から 300 年前の問題。3866 垓 3727 京 9427 兆 989 億 9800 万 4096 の 8 次方程式を解け。クイズにしたわけ。これが 1 つの答え。江戸時代の人たちは、大きな数の単位を実生活に使うのではなく、クイズのために使っていた。まさにクールジャパン。クールというのは、こういうのをクールと言うのよ。で、答えもクール。888。ほら。888。いい？ 300 年前の人たちはこんな方程式を解いて遊んでいた。遊んでいた。勉強じゃないんだよ。

そしてこれ。ここにも使われています。これが、江戸時代の『塵劫記』。京都で吉田光由が作ったその本の中にもデジタルマジックがあります。妖怪じゃなくて、数の単位にしているの。頭文字一文字なのね。ほら、「京」とか「極」とか「恒」とかあるでしょ。で、無量大数の「無」がある。クイズに使っているんですよ。これは難しいんだ。で、どこにありますかと聞いてみる。さっきと同じ。ね。この部分とこの部分にありますと言った。これを書いてみたらいい。ここに。ここに、1、2、4、8、16 と書いているでしょ。2 + 4 は 6 だから 6 番目。6 番目の答え。「あなたの選んだのは億ですね？」と分かるんです。吉田光由はなかなか賢いのよ。

九九は、81 個なんて載っていない。36 個しか載っていないの。超合理的です。1 の段。しゃらくせえと、載っていません。ね。6 × 4、載せなくたっていい。4 × 6 があるんだから。という論理で 36 通り。めっちゃすてき。面白いでしょ。現代人が読んでも江戸時代の数学は面白い。九九の九の段を眺めてみましょう。一の位が 9、8、7、6、5、4、3、2、1、0。十の位が 9、8、7、6、5、4、3、2、1、0。一の位と十の位の合計、0 + 9 は 9。1 + 8 も 9。ずうっと全部合計、9 + 0 は 9。

はい、皆さん。指は何本ありますか。10 本でしょ？ 1 本折ると合計が 9 本になる。だから、ちょうど先ほどのあれを表わすのにぴったりでしょう。もう 1 ペンちょっと考えてみてください。

という、私が書いた江戸時代の数学の本が、なんと去年、安倍さんは知らないと思うけれども、一応、首相官邸、内閣府によって日本を世界に紹介する本に選ばれました。そうすると、国のお金で英訳をしてくれるの。これは初めての僕の英訳本です。この本を入れると 91 冊。和書が 72 冊で、海外の翻訳が 19 冊と。合計 91 冊で

す。これは 91 番目の本。これは、世界中の図書館に今この本が、日本のお金で配られています。ごく一部の人が知っているのではなくて、たくさん日本人が知っていた。その時代、ヨーロッパがアジアの国をほとんど全部植民地にしたわけですが、日本ができなかったのは、1 つはそこが大きいにあると思います。私たちも、ある意味で、簡単ながら、ヨーロッパのように地図を自分たちで作りに出すことができたわけです。桜井先生からみて関孝和という人はどんな風に見えますか。残念ながら明治時代に和算はなくなり、洋算に取って替わりました。しかし、江戸の数学者たちは、そこまでの高みにまで到達してくれたおかげで、この明治維新のときに、すばやいチェンジができました。そのときに教科書もできたのですね。100 年前に、今私たちの使っている教科書の原型ができています。ですから、今使っているわれわれの算数と数学の教科書は世界一のクオリティなのです。

しかし、現状は、子どもたちは、いや多くの日本人は、数学とは何かというところまで行かずに計算が嫌いになっている。テストに翻弄されている。今こそ江戸の人たちのスピリッツを、関のスピリッツを知るべきだと。それがあって今の私たちにつながっているのですね。さらに数学をするということがどれだけすてきなことかということ、彼に教えてもらえるのではないかなということに私は感じました。ぜひ皆さんも、江戸時代の数学、見てみてください。

さあ次。カレンダーマジックの謎解き。どうして真ん中の数を 9 倍すれば答えになるのか。不思議でしょ。でも、ちゃんと理屈があると、「あ、そうなんだ」と分かります。われわれは人間だから。人間だから疑問に思い、人間だから謎を解こうとし、人間だから謎が解けたときに分かるのです。そして人間だから分かったとき、うれしい。不思議なものです、私たちは。

いいですか。こうするのよ。色をつけてください。対角線、真ん中に対して対角線に色をつけました。1 + 17 は 18。2 で割ったら 9 と 9 になるでしょ。緑が 3 と 15 で 18。だから 18 を 2 で割ったら 9 と 9。オレンジも 18。赤も 18。2 で割ったら 9 と 9 になります。青も。全部真ん中の 9 になっちゃいました。実はそういうことだと。これは足し算の場合ですよ。足し算の場合にはこうなる。

カレンダーにはこのような規則がある。そもそも、太陽と地球と月の関係は規則で動いています。ぐるぐる。暦というのはこういうことです。太陽と月がばらばらんに動いていたら暦なんかできません。規則正しく動いているのです。毎日。明日もあさっても、昨日もおとといも。それがここに反映しているのです。

(映像開始)

—— 君も一緒に考えよう。1 + 2 + 3 + …98 + 99 + 100 まで、連続する数を足したら幾つになる？ 制限時間は 30 秒。電卓を使ってもオーケーだ。用意、スタート。問題をよく見てみよう。意外と解き方が見えてくるかもしれないぞ。実はこの問題、電卓を使わなくても簡単に解く方法がある。君は気づいたかな？

C: 10 秒前。5 秒前。4、3、2、1、0。終了です。

D: できなかった。

—— 部員たちの答えは 4 人ともばらばら。それに対し、顧問と部長は。

部長: 55 の 9 乗。幾つか分かんない。計算。

C: 顧問は？

顧問: 5050。

C: なるほど。

—— 正解者はいるのか。答えを発表。

桜井: 顧問。

会場: えー？

桜井: これ、速攻で書いていますね。

顧問: ええ。これ、すごく簡単なの。

—— 顧問が解き方を紹介。頭から足していくのではなく、数字をペアにして、足して 100 を作って、1 + 99 から始まり 49 + 51 まで。ということは 49 組だから、49 × 100 で、4900。それに余った数字の 100 と 50 を足すと 5050 となる。桜井先生がこの問題のもう 1 つの解き方を伝授。それが、図で考える。

桜井: 1 + 2 + 3 + 4 +、ブロックの個数ですね、合計。ブロックの個数というのは面積。今これは大変なのでサクッと書いていますけれども、100 段あると。そうすると、1 + 2 + 3 + …99 + 100 までの、こういう形をしている面積を計算すればいいということです。これだとちょっとガタガタなので、うまく面積を計算するにはもう 1 個用意します。くるりんぱ。

部長: くるりんぱ。

桜井: こうします。ピュッ。

C: あ、計算できそう。

桜井: 計算できそうでしょ。そうそうそう。この高さ、縦、これは幾つになりましたか。

C: 100。

桜井: 100。うん。ここの横は。

C: 101？

桜井: そうです。ここまでで 100 で、ここ 1 ありますから、これ 101 です。そうするとこれは長方形ですよ。長方形の面積は、縦 × 横で 100 × 101 でしょ。

部長: ああ。

桜井: ね。で、2 つありますから、答えはこの半分ですね。

部長: うん。半分。

桜井: 2 分の 1 すればいい。

部長: ああ。

桜井: ね。そうすると。

部長: 先生すごい。先生すごいね。

桜井: だから 50。50 に残りを足す。ね。5050。

部長: これ面白い。

桜井: ということ考えたのが、ガウスという数学者が 10 歳のときに考えた。形に変換できると考えました。お友達はみんな一つ一つやっているわけ。でも、ガウスは目を閉じて。まずガウスは目を閉じた。数じゃなくて形を思い浮かべた。形が見えた。こうやって形に置き換えて。ね。長方形の面積から計算しました。これがガウスの方法なの。そして、このアイデアが皆さん。

(映像終了)

桜井: あれは私が中 1 のときに作った方法。僕が陸上で走りながら考えた方法。ガウスよりも早く計算できる方法がないかなと。

この階段状のガタガタを、くるりんぱをちょっと変えるの。5 番目の数を基準にして、それより上に行ったこの 4 つ分をくるりんぱにすると最初の 4 つ分が埋まる。それで、10 番目は必ず 5 が残るの。必ず 5 が残るのよ。これがどこから始まっても。7 から始まろうが、100 から始まろうが、5 番目の数より 5 大きいんだ。ね。ちゃんとよく見て。これがルール。必ず 5 なの。どんな足し算でも。連続する 10 個の足し算。

ということで、5 番目の数が 10 個分で、5 番目の数に 0 を付ければいい。そして余った 5 を付ける。100 個の場合には、50 番目の数を基準にすると、その部分、ここですね。99 番。これをくるりんぱとこっちに持ってくるとぴったり収まって、100 の部分、ここが 50 余るんです。さっ

きとまったく同じ方法。こうして僕はガウスに勝利する。ガウスより圧倒的に早い。だって計算しないんですよ、これ。数、何番目と数えるだけだからね。

さあ、いかがでしたか。まずは小学校 1 年生の足し算からマジックを考えてみました。ここまで全部算数の、小学校 1 年生、2 年生のマジックですよ。ここからちょっと一気に、皆さんの知らない世界を、本当の数学を見ていきたいと思います。

さあ、そもそも数学とは何か。一体何のため、こんな算数や数学を小学校 1 年生から高校生まで、10 年以上です、日本は。一番長いと高校 3 年までの 12 年間です。何の役に立つのか分からない、わけの分からない、何の役に立つか本当にわけの分からない呪文を覚えさせられて。違うんです。これほど役に立つものはないということが分かってきます。

皆さん、私たちは地球で生きています。水と空気と食糧、この 3 つが絶対必要なの。どれか 1 つがなくなった瞬間、われわれは即死します。そしてあと肝心なもの。水と空気と食糧とあと 2 つ。暦と地図がないと。いつ、どこでが分からないと私たちは地球に生きていけない。ほどなくして死んでしまいます。この、「いつ」と「どこで」を得るために数学は必要とされた。

今から数千年前。国家。国家とは何か。それは暦を持つ機関。地図を持つ巨大な都市。暦と地図がない国家なんてないの。

今から 200 年前、フランスという国家は、総力を挙げて、1 メートルと 1 キログラムを、世界の人たちのために作ってくれた。真に偉大な国家はフランス。1 秒というのは昔からある。地球は水の惑星です。地球を基に、3 つの基本単位は計算によって作られました。もちろん、この単位の定義は、どんどんブラッシュアップしていきます。そう。それが文明のバロメーターです。

さて、地図と暦を作るためには星を測る必要がある。まず、そう、手が届かない天にあるお星様。星を測る必要がある。手では測れない地球。手が届かないお星様。どうやって測るか。それが数学という技です。比で測る。それも三角形の比。略して三角比。小学校で使った三角定規は、一番簡単なのはこれです。底辺と高さは 1 対 1。この 90 度、45 度の 1 対 1 の比を使って江戸時代の人たちはうまくあるものの長さを測っていました。手が届かない長さを、比を使うことによって測っ

ていたのです。

これは、ある幼稚園で地図の見方をやったときの絵ですけれども、比が分かるからここは 4 センチで、実際 400 メートルと分かるんですね。ではこの映像をご覧ください。

(映像開始)

—— この事実を推薦する知識人は、東京工業大学世界文明センターフェロー、桜井進先生。

桜井：私が教科書に載せるべきだと思うのは、江戸時代の数学、和算です。当時、こんなに面白い数学があったのかと、皆さんは驚かれると思います。

—— 決して高度な教育が行われていたわけではなかった江戸時代。数学だけは実生活で役立つ興味深いものであふれていました。例えば、江戸時代の算数問題集のページをめくってみましょう。米俵を素早く数える計算方法や、油を均等に分ける方法など数多くの面白い計算方法が書かれている。

そしてその中に、現在でも十分に活用できるある計算方法があった。それがこちら。これは何をしているかお分かりだろうか。実はこれ、体 1 つで木の高さを測る方法。木を切るときの距離測定に利用されていた精度の高い計算方法だ。この方法は、まず四つん這いになり、腰を 90 度に曲げ、直角二等辺三角形を作る。そうすれば、股間から木のとっぺんが見えた距離が木の高さと同じ距離ということになる。例えば、距離が近すぎれば、当然、木の幹しか見えないので間違いに気づくのである。

この方法を実際に小学生 4 人にやってもらった。まずは小手調べに公園の電灯の高さを測ってみる。90 度を作り、早速チャレンジ。

小学生：あ、ここだ。

小学生：てっぺんも見える。

—— 確かにてっぺんがちょうど見える。早速測ってみると。

小学生：4 メーター 27。

—— 果たして電灯の高さは？

小学生：4 メーター 22 だから、5 センチしか違わない。

—— やはりかなりの精度で測れると。それでは、この和算を利用して、現在建築中、日本一の高さを誇る話題の東京スカイツリーの高さも測る。果たして、現在の高さは測れるのか。

小学生 この辺でやってみよう。

小学生 この辺？
 小学生 見える？ 見える？
 小学生 まったく見えない。
 —— 続いての場所でも。
 小学生 見える？ 見える？
 小学生 見えない。
 小学生 え？ 見えない。
 小学生 この辺？ ここかな？
 小学生 見える？
 小学生 見える。
 小学生 どこまで見える？
 小学生 てっぺんは、きれいに見える。
 —— ついに見える場所を発見。早速、地図でタワーからの距離を確認。果たして結果は？
 小学生 せえの。
 会場：わー。すごい。やったー。
 —— 見事高さを割り出した。数学の教科書に載せたい江戸の数学、和算。いにしへの教えは、数学本来の姿をわれわれに示している。

(映像終了)

桜井：さあ、こうして比を使うことを人類は世界中で気づき始める。その中でも一番古かったのが、古代ギリシャ。今から 2000 年前。この三角形の比率を使って、なんと、本当にお星様を測り始める。紀元前 2000 年ですよ。紀元前 3 世紀。アンビリーバブル。

ヒッパルコスという天文学者。彼は 2000 年以上前の天文学者。彼は星座の名前を考えた。そして、三角形の比率の、三角形の比率を表わす \sin という、 $\sinus\ rectus$ というこの言葉を考えたのもこの天文学者。プトレマイオスは、三角関数の数表を世界で初めて作った数学者。すべては地図のためです。暦のため。それが三角関数。地図のためにあります。数学は地図のために作られた。数千年前に。

この三角関数が大活躍したのは、今から 200 年前のフランスです。1789 年、フランス革命勃発。その言葉は、政治革命を意味していた。皆さん、その政治革命の裏側で、フランスで本当に起きていたもう 1 つの革命があります。それが度量衡革命。いい？ その政治革命の革命戦士たちは、実はもう 1 つの顔を持っていて、これがフランス革命戦士の全員のあり方だったのです。僕は聞いたときにひっくり返った。マジかと。

「1 つの信念、1 つの重さ、1 つの長さ、1 つの通貨が実現すれば、全世界は調和のもとに融合す

るだろう」。マジか。フランス革命戦士は全世界の調和を求めて立ち上がったわけだ。信じられない。とにかく信じられないことの連続で僕たちの文明はできている。本当にこうやって 1 メートルができた。フランスが勝手に作った。

そのフランス革命のリーダーが数学者。政治家じゃない。リーダーは数学者。ドランプル。彼がその 7 年に及ぶ地球測定の測量のビッグデータを解読して、そのときに使った道具が微分積分です。地球は回転楕円体、赤道方向に少しだけ膨らんでいるということが、微分積分の力によって解き明かされた。そしてその公式は、10 年前、日本人によって最終決着。

僕は国土地理院の仕事をしているので、河瀬さんから僕に来ました。「私が河瀬です」と。びっくりしました。現在進行形なんですよ、皆さん。地球の形を把握することは、200 年前から 200 年間続いているのです。数学の力によって。地球が数学なのです。地球がジャガイモのようにでこぼこだったら数学なんかはないのよ。こんなにきれいなのです、数学は。数式で、数学で表せるようにきれいな姿をしていることは、私たちは、世界中の人類はみんな知っています。地球は美しい。そのとおりです。そのとおりなのです。

はい、これがフランス革命の結果。フランスが勝手に、フランス国民議会が勝手に、地球の縦の、北と南、子午線の長さを 4,000 万メートルにする勝手に決めた。簡単に言うと、4 万キロメートル。これがメートルの始まり。地球の長さから、いい塩梅でしょう。これが 1 メートルだよ。お見事です、フランス。これぐらいの 1 メートルだったらすごい不便です。これぐらいの 1 メートルも不便でしょ。これぐらいの距離とした。それが地球の長さの 4,000 万分の 1。4 万キロメートルにしたということなんです。

こうやって三角比で地図を作っていきます。平らなところがなくては地図は作れない。海や山や谷にはないから、光で測る。山のとっぺんと光。光を通して山のとっぺんで何が測れるかということ、距離は測れない。角度を測る。角度を測ると、この黄色の長さが計算上に出てくる。計算をして長さが出てくる。こうして三角形で国全体を埋め尽くす。これを三角測量と言います。

さて、200 年前、フランスは数学の下で革命が成功したと言ってもいい。今から 400 年前。ちょうど 400 年前、小数点「 \cdot 」が誕生した。ひっそりと。

人類は青天の霹靂として小数点を手にしました。うん。もう一度、何度でも言おう。信じられない。

401年前は小数点はなかったんだ、人類には。それを作った人はジョン・ネイピア。彼は数学者ではありません。城主です。エジンバラのお城の主だった。何をしたか。三角関数の計算が、当時もう10桁以上の掛け算をしなくてはいけないことになった。何のために？ 船乗りのために地図を作るために。暦を作るために。三角関数の大量の計算が、実は苦しめていた。それが天文学的計算。とても大きな計算でした。

城主ネイピアは、20年かけて数表を作りました。大変な三角関数の掛け算を、あっという間に足し算に変換して、足し算で計算できてしまうという、まさにミラクルであり、マジックです。ネイピアの本。ここには *mirifici* とラテン語で書いてありますけれども、これは英語で *miracle* です。

そして私はこの本に、再び言いましょ。この京都で、吉田光由の京都で、私はこの京都で、京都大学にあるこのネイピアの原書に遭遇した。2006年。先ほどテレビに出てきた上野健爾先生が京都大学に僕を呼んでくれたときに、偶然、そう、僕のおかげなの。僕のおかげで、偶然、京都大学にあるネイピアの原書に私は遭遇した。もうしびれました。

いい？ ネイピアはナビゲーターを救ったのです。だから僕は、それを16歳のときに知って涙した。今も私の中で涙が流れ続けています。ネイピアは船乗りの命を救ったのです。数学が人の命を救うなんて。僕は16歳で初めて知って感動した。

見てごらん。これが掛け算ができる定規です。よく見ていてよ。ネイピアはこれを作るのに20年かかった。いい？ エイヤツ。ヨイショ。はい、下の1を上のに2に合わせました。まず 2×2 は4。 3×2 は6。全部2倍の数でしょう。これがネイピアの作ったアイデアなんです。掛け算ができる定規。マジックです。3倍になっても一緒。

今から400年前、この考え方をネイピアが作ったの。20年お城にこもって。そしてそのときに小数点を同時にネイピアはデザインした。本が出たのは1619年です。だから今年、2019年は小数点誕生400年の記念の年なのです。リアリティーでしょ。この定規は本当に使われているんですよ。今のちびっこのみんなは見たことがないにしても。400年間ネイピアの対数は人類を救い続けています。今この瞬間も。

さあ、今度は円周率、 π の話。 π はここにも使われています。

(映像)

2010年6月13日、われらが「はやぶさ」、地球帰還。私がNHK総合で数学の番組を作ったときに、特集が π でした。そのとき私はNHKのクルーにこうお願いしました。「まちに出て π を探して来てください」。銀座に行きました。そして、いろんな工場にも行った。タイヤもつくっているところにも行った。最後に行ってくれたところがJAXAです。的川先生はわれわれの取材に、こう胸を張って答えた。「われわれは、はやぶさを地球に戻すために、このメインコンピュータに円周率を、3.141592653589793、16桁プログラミングした」と。3億キロメートルの旅をして、ピンポイントで地球上に戻すことができる。16桁だけでいいことに驚かされます。

さて、問題。私はどこにいるでしょう。10歳の私はどこにいるでしょう。これです。このとき私の頭の中には、陸上と、僕はスプリンター。100メートル。ラジオと数学です。僕が数学に出合ったのはラジオの中。ラジオの中に数学を見ました。ラジオを聴くのが好きだった10歳の桜井少年が、もっと高性能なラジオを手にするために何をしたか。もう自分で作りたい、自分のラジオを。設計から独学で学び始めます。

そして私が初めて遭遇した、ラジオの中で遭遇した数学がこれ。 $f = 2\pi$ ルート LC 分の1。10歳で、今から41年前の私が覚えた、そして使った、そして感動した数式です。「なぜ π がある？ なぜラジオに π が関係しているんだ？ この記号って何？」。分からないだらけです、10歳の僕には。でも、この記号がここにある。僕は電卓を、今日ここに持って来たよ。私が11歳で買った、40年前に買った電卓。いまだに動いています。実動品です。すごいでしょう。この電卓が僕に、さらに数学を教えてくれた。数学を導いてくれた。

何で π があるの？ 関係なくない？ この π って。このチューニングの回路。10歳のこの数式との出合いが、僕の人生を変えたね。そこで僕は何十台ラジオを作った。僕は手が器用だから。今日のこのシステムだって、音響や映像のシステムは僕の手作りなんです、実は。ケーブルも全部。いまだに半田ごてを握って手作りです。

いい？ 10歳の私の疑問がこんなふうに解き明かされていったという私のストーリーです。16

歳、高校生のとき、山形県立山形東高等学校の2年生のときに、これ。ああ、もうしびれた。ネイピアに僕が本の中で会ったときです。これを見つけた。ラジオの回路。コイルとコンデンサーは微分と積分で表される。マジか。あ、なるほど。ぴったりきれいすぎる。そして、電流は三角関数。見事なマッチング。

ところが、これ、とっっても計算が簡単に返ってくる。これ、もっと単純なのは微分積分の計算。マジック。虚数を使う。意外や意外。虚数。想像上の数。それはエレクトロニクスの中でリアリティーを発見しました。見事です。さっきの計算に比べると、もう夢のように計算が簡単。これは中学校1年生の計算でできます。微分積分なんか知らなくてもこれが出てくるの。もうしびれた。それぐらい簡単。

そして24歳。マジか。驚異のラプラス変換。マジックというより魔術と呼ぶにふさわしい。マジかよ。これを発見したのがヘヴィサイドという電気工学者。彼は数学が大好きだったの。僕と同じ。エレクトロニクスの中に数学を見つけているの。インピーダンス。ヘヴィサイドがつくった言葉です。虚数をエレクトロニクスに使ったのもヘヴィサイド。さて皆さん、帰ったらグーグル先生に、「ヘヴィサイドって誰？」と聞くんだよ。

これが、僕が40年間読み続けている雑誌。通称「トラ技」といいます。6年生のときに僕は気づき始めた。何でエレクトロニクスの本が数式だらけなのかということ。もうめっちゃめっちゃあの言葉が載っている。2000年前、地図を作るために作り出した言葉が、今はラジオの設計図に使われている。エレクトロニクスは数学だけが頼りなんだということが分かった。電気は目に見えない。触るとしびれるけれども、そんなこと触ったことにならない。ほとんど触れない。目にも見えない触ることができない電気を、唯一、ハンドリング



できる魔法の技が数学だということです。そういうことだと。

さて、ラジオの周波数は、594 キロヘルツはNHK 第一。954 キロヘルツはTBS。これは文化放送、ニッポン放送。関東のね。ある本に、ラジオの周波数は9の倍数。9の倍数は桁の和も9の倍数、だから最後は9になると書かれてあった。9の倍数は面白いと思った。これが6年生のとき。で、僕はこう思った。「何で？ 何で9の倍数は桁の和が9の倍数になるの？ で、最後は9になるの？」と。

今も忘れもしない小学校6年生の社会の授業時間でした。地元である山形県東根市の産業が授業内容だった。僕はそんなこと知っている。もう授業無視。そして僕はジャポニカ学習帳に、何で9の倍数の桁の和が9になるのかの研究を開始。そして私はついに見つけた。45分の授業中に。さあ、これを皆さんに見てもらおう。

はい。9で割る割り算は、急にできる。みんなボーッと見てればいいからね。いくよ。Here we go. こうするの。 $43 \div 9$ は、十の位が商なの。余りは、桁を足したら $4 + 3$ で7。コンプリート。One more please. 十の位が商。桁を足したら余り。割り算なのに掛け算も引き算も必要ない。基本は足し算だけ。3桁の数字。百の位が商の十の位。百の位と十の位が商の一の位。全部足したら余り。もう1回。百の位が商の十の位。 $4 + 2$ が6、 $4 + 2 + 1$ は7。バカみたいでしょ。これが僕の11歳の発見。授業中。社会の時間。

はい、ということで、せえの。正解。3秒もかからない。見た瞬間分かる。うちに帰ってから証明に取りかかる。オールマイティー。どんな値でも大丈夫。

これが中学2年生、14歳。中3だな。中学2年、中学3年と、私はアインシュタインに遭遇し、しびれた。「宇宙の設計図にもおまえまたいるのか」と。「この私が好きなお前がいつも出てきやがって。もしかしておまえが大事なのか」と。その直感が二十歳のときに的中する。僕は物理学科に行かずに数学科にしたんだ。確かにこの宇宙は広いんだけど、この宇宙の背後にある数学はもっと僕は面白いと思ったの。この宇宙がつまらないわけじゃない。数学がもっと面白いと思った。エレクトロニクスがつまらないわけじゃない。数学がもっともっと面白いと思った。

僕が15歳のころ、『ドラえもん』なんか読んで

いる暇はありませんでした。小学校のときも。勉強している暇もなかった。陸上とエレクトロニクスと数学でもういっぱいいっぱい。勉強なんかしないね。僕は勉強しない子どもでした。見てごらん。これが神様が作ったわが宇宙の設計図。テンソルでできている。さっきのヘヴィサイドと同じ。グーグル先生に「テンソルって何？」って聞くんだよ。

どう？ 神様は間違いなく数学者です。この宇宙を作った神様はすべてが分かっているからこういう設計図を書けたということでしょ。神様が作ったこの宇宙はどこに行ったってこれが出てくるの。

何桁並んでいるかということ、1000 億桁あります。

(映像開始)

—— 実は円周率は、おなじみの 3.14 から始まり無限に続いています。その中には、どんな数字の組み合わせも必ずどこかに並んでいるということです。本当でしょうか。例えばゲストの誕生日は、

ゲスト：1959 年 1 月 14 日。

桜井：はい。19590114 ね。はい。出ました。

ゲスト：あったー。本当だ。

桜井：1 億 6,017 万 6,991 桁目。とにかく、すぐ分かる。

—— ちなみに、ほかの皆さんの誕生日もばっちりありました。円周率に隠された意外なサイエンス。

ゲスト：じゃ、例えば、今適当に、ここで適当に言った数字がポツと出てくる？

桜井：そういうことです。

ゲスト：じゃ、3。

桜井：3。はい。

ゲスト：7。

桜井：7。

ゲスト：6。

桜井：6。

ゲスト：3。

桜井：3。

ゲスト：2。

桜井：2。

ゲスト：また僕から？

桜井：はい。

ゲスト：1。

桜井：1。

ゲスト：4。

桜井：4。

ゲスト：9。

桜井：9。

ゲスト：9。

桜井：9。

ゲスト：9。

桜井：9。

ゲスト：これはないんじゃない？。

桜井：10 桁はありました。ではいきましょう。どん。これは 10 桁なのでちょっと時間がかかります。

ゲスト：今探してる。

桜井：まあでも。

ゲスト：ええっ？ あったー。

ゲスト：本当だ。

ゲスト：3763214999。あるんだ。

ゲスト：適当に言った数字が。

桜井：はい。これが円周率の 1 つの正体。ランダムな、でたらめな数なんです。円というちゃんとした形なのに、その正体を数列で表わすとでたらめというのがちょっと面白い。

ゲスト：言っていることが矛盾していますもんね。

ゲスト：何で先生、これをお作りになられたんですか？

桜井：まずは、そこに π があるから。

ゲスト：山みたいに言わないで。

ゲスト：でも、これをやっている、最高に幸せなわけ？

桜井：いや、もうエキサイティング。数と何か、戯れているというか、数が何か生きていたような感じで。

—— 桜井先生はもっと π の話をしたいようですが、続いてのコーナー。

(映像終了)

桜井：さて皆さん。 π は神様が作ったものじゃないんだよ。全知全能の神ですら π をいじることは許されないんだ。この宇宙で 3.14。あっちの宇宙に行っても 3.14 なの。 π は、それ自体、真実。私が言ったのそこにある。この宇宙を作った神様ですら超える。しびれると。僕は神様を信じているんだよ。さっきから神様神様と言っているけれども、それは合理的なんです。

いいですか、皆さん。地図を作るために、暦を作るために、いつ、どこでを知るために数学が生まれたの。数学は地図とともに発展してきたの。僕は気づかなかつた。そして数学が発展して、小

数点もできて、微分積分もできて、関数、集合、論理ができて、今から100年前、先輩たちがこぞって大事なことに気づき始めた。そして、数学者たちが、寄ってこぞってコンピュータをつくった。そして、今このコンピュータが地図を作っている。グーグルマップやグーグルアース。

もう一度言う。いつ、どこでを知るために数学が必要となった。数学が地図とともに発展した。発展して発展して、2000年間発展して、数学がコンピュータをつくった。数学者がコンピュータをつくった。そのコンピュータが今地図を作っている。何ですか、この堂々巡り。結局地図なの。デジタルというとコンピュータ、だからデジタルはマシンというイメージがある。デジタルの本来の意味は指なんだ。指折り数えられるものをデジタルという。人間がデジタルということ。

この歴代のスーパースターたち。彼らがコンピュータをつくった。その職業は全員数学者。今から2300年前に最初のコンピュータをつくったのが、超天才アルキメデス。もうすべてがここから始まるんだ。ライプニッツ、プール、そして今日出てきた小数点を作ったネイピア。チューリング、ノイマン、シャノン。この3人が現代の3人衆。

シャノンは、MITの授業のなかで、このプールのこれを聞いていたんです。黒板に書かれた。そのときに、「これって、電気回路ができるんじや

ない？」と学生のシャノンは気づいた。そして今のコンピュータができてきた。電気式自動計算機ができた。ね、微分積分をつくったライプニッツだってコンピュータつくっているんだよね。コンピュータは数学者がつくってきた。数学者の夢だった。地図を作ることで数学も発展して行って、どんどん発展して、数学者の頭の中で発展して行ってこれを抽象化する。

いい？ 皆さん、手の中に握っている皆さんのスマホは、そうやってできたということです。まさにマジックでしょ。皆さん使うたびに、こんなもの数年前なかったのに、突如こんなものが出てきて、すごいなと思っています。それは、数学によってできてきた。この地球を舞台に数学が発展してくることで、そのスマホにつながっています。私は、数学は物語だとよく言っています。数学が物語なんです。真実の物語。トゥールストーリー。もうしびれるぐらいの真実の物語。世の中はうそがいっぱい。なんだか分かんないことがいっぱいある。でもね、数学、このトゥールストーリーが何千年も残っている。これはすごいね。本当にすごい。

以上で、小数点「 \cdot 」誕生400年記念「数学はマジックだ！」を終わります。でも、私たちと数学の関係は永久に続きます。皆さま、ご静聴ありがとうございました。

