

突撃インタビュー

結城浩先生に聞く

恒例の突撃インタビューも16回目となりました。今回は、プログラミング言語、数学などの分野で多数の執筆を行っている結城浩先生です。先生の最新作は『数学ガール』シリーズです。インタビューは3月に行い、先生の数学観、教育観等について伺いました。このインタビューのすぐ後、結城先生は2014年度の日本数学会出版賞を受賞なさいました。

なお、本記事はインタビューで伺った話を編集委員会がまとめたものです。

1 自分と数学の思い出

数学の思い出

私の子どものころは、小遣いをためてよくブルーバックス等の本を買って読んでいました。特に好きだったのはマーチン・ガードナーの『数学ゲーム』で、ボロボロになるまで読みましたね。今はスキャナで取り込んで、永久保存しています。

高校時代は、数学は得意で大好きでした。理系のクラスだったので、女の子はいないのですが『数学ガール』の世界と同様に、問題を出し合ったりしていました。

大学は、コンピュータのことを学ぶ学科で、主にプログラムをやっていました。

高校時代の数学は、幾何学的なものより微積分の方が好きでした。特に、自分で公式を作るのが好きで、例えば3次関数と直線があったとき、解を使って面積を簡単に求める公式があります。それに非常に感動して、同じようなものを他に作れないかと思って、いろいろと作りました。『数学ガール』に出てくるような話ですけど、自分で式変形をして、それが正しいものであればそれは公式であって、自分で試験で使えばいいと思い、そういうのを作るのが好きでした。

授業で難しいなと思ったのは、たとえば絶対不等式です。今となれば何てことはないのですが、はじめのうちは何をしたいのかさっぱりわかりませんでした。そのときの授業は、

いつものベテランの数学の先生ではなく、たどたどしい教育実習生の先生でした。絶対不等式という名前と式だけ見せられて、クラス中全員が「???'という感じでした。他の分野との類比をやった上で、何をやりたいのかを教えてもらえたらきつとスムーズにいったのだろうと思います。

『数学ガール』でもよく出てくる話ですが、「何のためにそれをやるの?」とか“So what?”というのがよく数学の中では登場します。なぜそれが話題になっているかわからないのに式変形をしてドヤ顔されても生徒は困るわけです。何をしようとしているかがわからないのに、「だろ?」と言われてもどう答えていいかわからない。ユーリやテトラちゃんみたいなキャラクターは、そういう場面で「ここがわからないんです」と言ってくれるんですが、実際の授業でそれを言える生徒は普通はいません。特に授業中では…。

数学を好きになったきっかけ

数学を好きになったきっかけに、特にこれというものはありませんが、父親が中学の理科の先生だったので、理系的な話は家庭で話題になることはありました。

例えば、雲があつて雨が降る仕組みや、光やスペクトル分解の話などです。父はアマチュア無線をやっていたので、特に電波の話や電磁誘導の話などはよく話題に出ました。ですから理系的な話や数学に関しては抵抗があり

ませんでした。また、数学を学校で習って面白かったというのはとても大きくて、試験でうまくいくと学校で褒められるので、嬉しくて勉強しました。

両親の存在

私の父は、ある意味一つの理想像です。父は自慢気に「こういう授業をしているんだよ」とよく話していましたので、父の授業を想像することは出来ます。

父の勤務していた学校は普通の中学校ですから、できる生徒も、できない生徒もいます。その中で、クラス全員が満足する授業を行うことが父の自慢でした。

基本的にはできない生徒向けに授業をやるのですが、時々少し難しい話をポンと入れてあげる。すると賢い子はその話を捕まえずっと自分で考えるのです。他の子は、そういうアドバンスな話題がクラスに流れているのをどこか耳に留め、「これで全部じゃない」ということがわかるのです。

家庭での父の話なので、どれだけ実践できていたかはわかりませんが、そうした話は、私が数学の本を書く上で、役に立っていると思っています。

また、父は真面目でよく自分で勉強していました。たとえば、先生になってからアマチュア無線の資格を取りました。それは父にとっては非常に緊張することでした。理科の先生が物理の試験を受けて落ちるわけにはいかない、落ちたら恥ずかしいと感じていたようです。「自分は勉強して、試験を受けて合格したんだよ」と子どもたちに向けて、ちゃんとアピールしていました。すると生徒は、教える先生だけど学ぶ先生でもあると知るわけなのです。学ぶ姿を見せることができる先生というのは魅力的です。学んでいるからこそ、勉強って大変だよ、面倒くさいよねということがわかる。学ぶ人の気持ちを考えて教えているんだということが伝わる。そういうこと

を私は間接的に感じ取りました。

私の母は看護婦でした。そして、人の話を聞くプロでした。母の聞く力は、普段の家族の団欒の中でも遺憾なく発揮されていたと思います。社会に出てから気づいたのですが、母が家庭をマネージメントしていた、つまりその団欒のマネージメントというのは非常に優れたものであったと思います。お客さんや親戚が我が家に集まったときに、何人かでこたつを囲んだりということがありますが、そのときに母はその場で話していない人を見つけるのがうまいのです。そして、ちゃんとそういう人に話を振るのです。それを自然にやるのです。家庭の中にいると当たり前のようを感じるのですが、ずいぶん以前、私が会社に勤めていたときには自分自身もそういうことがうまいのだと気づきました。会議の場など複数で人が話す場でよく発言している人は誰かとか、あまり話していない人などを見つける私の能力というのは母から譲り受けたものだと思います。

父は理系を教えるプロで、母は人の話を聞くプロであると私はいつも両親を自慢しています。その両方が私の中で生きていくとも思うのです。Twitter やメールで、ときには耳が痛い感想も届くわけです。しかし、そのときに相手の言うことにちゃんと耳を向けることは非常に大事なことです。それは母から頂いたものだと思います。ですから、教師の父と看護婦の母というのは、私にとって宝物のような両親です。

2 数学について

つながりは大事

授業に対しては、私自身が体験したものが多いんですけど、今にして思えば、単元ごとに分かれているのがあまり良くないと思

ます。単元ごとに学ぶのはいいんです。しかし、単元と単元の関係、つながりをもっと強調してほしいかあったというのがありました。

どういうことかという、あるときは2次式を学ぶ、あるときは2次関数を学ぶ、あるときは2次方程式の解き方を学ぶことになります。全部つながって頭に入って、自由に相互を行き来して、しかも間違えない生徒は少ないと思うんです。2次方程式をやっているときには、左辺に2次式がきて方程式の形にする。でもそこには2次式がきているのが本当にわかっているのかどうか、私はあやしいと思っています。2次方程式と言いながら2次式を書く人は多分います。その違いを強調していないから誤解するんだろうなと思います。

方程式を解くときに、因数分解や解の公式を使ったりするわけですが、そのときに、別の単元で習った因数分解が役立っているよねという関連性を強調しているかどうか。それから、2つの実数の積が0のとき、どちらか少なくとも1つは0であるというのはものすごく使い勝手がよいわけです。因数分解というのは元々和の形になっているものを積の形にすることに魅力があるわけです。 $AB = 0$ と置いたときにA、Bどちらかは少なくとも0であると話を分解できるわけです。それを「積の形にしているんだ」ということを強調しているかどうか。私は自分で勉強して初めてわかったんですけど、高校時代にこのようなことをそんなに意識して勉強していなかったと思います。

単元で学ぶことが悪いわけではありません。単元で学んだそれぞれの到達度をみて終わりではなく、学んだことがちゃんと生きていう相互関係を私はできるだけ描こうとしています。なぜかという、そのつながりこそが数学を学ぶ感動の1つになるからです。あとき、頑張って因数分解してよかったと思えるのは、そのつながりを発見するからです。

2つの単元をつなぐことにこそ、数学の命

があります。そこを強調しないで次の単元に移るといのが高校数学の授業に対する不満です。でも、それを求めるのは酷なのかもしれません。

ファンタジーの法則

どこかの引用文で書きましたが、「数学者というのは2つの世界に橋を架けるのが好きな人種である」とよく思います。別の世界に問題を持って行って、そこで解いて逆操作で戻してくるといのは数学によく出てくるパターンです。

私はある分野やあるものを理解したいと思うときには本を書くようにしているんです。私自身は『ファンタジーの法則』と呼んでいますが、こちらに世界がひとつあって、あちらに別の世界がある。こっちに問題があって、これを変換してあちらに持って行って、あちらで解く。その後でこっちに持ってくると、あら不思議、はじめの問題が解けている。これは非常によくあるパターンです。例えば、大きな数を処理したいときに、あっちのlogの世界で問題を解く。logにすると大きな数を非常に小さな数で処理できる。難しい問題の掛け算を一旦logをとることで足し算という易しい問題にして解いている。それに類するようなことが数学にはたくさんあります。これは非常に好きな図式で、『数学ガール』の本でもこの図式はよく出てきています。先生は、個々の部品だけではなく、最後にできたものをつないでできあがった世界全体を見せてほしいなと思います。

「不思議の国のアリス」や「ナルニア国物語」のような、ファンタジーと呼ばれる物語の図式も一緒です。事件が起きてファンタジーの世界にいくわけです。そこで主人公がいろいろなことを体験する。そして戻ってくると元の世界が違って見える。それはファンタジーの世界を通り抜けることによって主人公の何かが変わったわけです。これは実は文学論で

もあります。ファンタジーというのは別世界物語と呼ばれていて、別世界に移すことによって何かを語ろうとする。単純に現在のリアルな世界のメタファーとしてではなく、本当にそこを体験するということがとても大事で、別世界に行っても、ファンタジーの物語では必ず最後に戻ってくるんです。ある問題をファンタジーの世界に持って行って、解いて戻ってくるので、『ファンタジーの法則』という名前がふさわしいなと思っています。

別の言い方をすると『高速道路の法則』とも言えるんです。つまりこっちからあっちに行きたいんだけど、一般道を通っていくと大変だから、一旦高速にのりましょう。高速に入ってからインターで降りて戻ってくる。そう考えると『高速道路の法則』。でも『ファンタジーの法則』の方が素敵ですよ。

別世界だと、元の世界では当たり前なのが難しかったり、こっちの世界では難しいことが当たり前だったりします。だからこそ世界を移すことがとても大事で、こっちで解きにくい問題が向こうでは解けてしまう。例えば数学の幾何学の問題をペレルマンは物理の手法を使って解いたとか、代数問題を幾何で解く、幾何の問題を代数または解析で解く。そういうのは非常に象徴的で、解析と幾何などの2つの分野に分かれていたものが解析幾何など境界にある分野として広がっています。こういったことが数学では魅力的なんだと『数学ガール』を書いていてわかるようになりました。

3 作家として

キャラクターはしゃべり出す

私が本を書くときには、その都度勉強しながら書いています。そのテーマに関して、書いている瞬間が一番面白いと感じたことを記しています。

『数学ガール』ではいつもキャラクターというか登場人物がいます。あの人達が自分の中に住んでいて、その人達が会話をしているのを私が書き留めているのです。だから、背後には自分の経験が要素としてあるのですが、このキャラクターはこういうことを言い出すという流れで出てくるのです。テトラちゃんが「なんでこういうことするんですか？」と言ったり、ユーリが「そんなこと言えるわけじゃないじゃん」と言い出すのです。それを私は記録していく。キャラクターは自然にしゃべりだす。私の仕事は彼女たち、彼らに適切な問題を適切なタイミングで与えて、「じゃあ、これ考えて」と渡すことなのです。あとは何が起こるかじっと待っています。これが私の執筆のスタイルです。大変なのですが、すごく楽しいです。

書き始めるときに、始めはこの話をして、こういう風になってという流れは考えるのですが、大抵は途中で全く違う方向に行ってしまう。始めに頭で考えた流れの通りには進まなくて、彼女たちは「これだとすると、こういうことが言えるんじゃないですか？」と突然言い出すのです。話の自然な流れとして、疑問を抱くわけです。私は確かにそうだなと思って、彼女たちが次に何かを言うのをじっと待っている。そうすると彼女たちは、「じゃあとりあえず計算してみよう」と言って、何か動き出すのです。ある人は計算をやりだすし、ある人は例を作ったりするのをじっと待っていて、結論が出たら私が書きとめる。便利ですけど、時間が掛かります。始めの方向と流れが変わっちゃうのです。でも、そうやって本を作るのは楽しいです。

数学者の方から「各キャラクターの数学に対する取り組み方が違う。テトラちゃんは具体例を作ったり、手を動かす。僕は数式で、ミルカさんはもっと違う。それぞれが、それぞれのスタイルで一つの問題に取り組んでいて、それが融合していくところが、すばらし

い」と褒められました。

『数学ガール』自体も、数学が好きな女の子同士で話題を共有するツールとして、また数学ファンを広げるツールとして使われている例をたくさん聞きます。女の子が友達に「数学がおもしろい」と直接言うと引かれるかもしれない。そこで数学ガールを介して、友達同士で数学仲間が作られるということがあるようです。これは、私には非常に嬉しいことです。

立ち位置はインタプリタ

私はコンピュータのプログラミング言語の本や技術書なども書いたりしています。私の一般的な立ち位置は、インタプリタと思っています。つまり、注解者であり、仲介者です。難しくても誰もわからないんだけども価値があることを書いている数学者がいる。でも直接それを見るのは難しいという読者がいる。その間に立つというのが私の立ち位置です。私は数学の面白いところをちゃんと学ばせてもらって、それをかみ砕いて人に伝えるということをやっています。

自分がやっていることは、そんなインタプリタと呼ぶのにふさわしいと後から気がつきました。なろうとしてなったわけではありません。私にとって一番心地いい立ち位置なのです。

4 教えるということについて

教壇に立つこと

先日、長野県の東海第三高校に呼ばれ、初めて高校生向けに話をしました。数十名の生徒の前で、「フィボナッチ数列の表現」というタイトルで話しました。

長野県の生徒はとてもおとなしいので、私の話は外したかなと思ったのですが、「とても

面白かった」と絶賛する感想が多くて、じーんとなりました。

先生からは、前もって、おとなしい生徒たちです、とは聞いていたのですが、本当に派手な反応がなくて、生徒を当てて喋らせたりもしました。黙っていても、ちゃんと聞いているんです。だから、侮れない。黙っているからといって、わかっていないわけではない。

「教壇に立ってみたいか」と問われれば、たまたまに教壇に立つのは楽しいなと思います。でも、毎日はずらいですね。

普段行われている授業に対する不満を言えば、先生が教えすぎることがあるのかなと思います。

時間が足りないのは、先生が喋り過ぎるからです。そのメリハリがつかないものかなと思うわけです。伝えるものを伝えた後、この先はあなたが埋めろという方向に行くのは難しいのかな、と思います。先生はものすごく大変だと思いますが、班ごとに分けて、考えさせたり発表させたりといろいろな取り組みはあると思います。

『数学ガール』の世界では、それぞれが考えて、それぞれが発表して、互いに意見交換して言い合える場です。授業や学校活動の中でもそのような場があれば非常にいいなと思います。

生徒が授業を終えた後、授業の内容をすっかり放り投げちゃうのでは困ります。自分の個人的な時間を使って、自分で考えたことを書くかどうか、書いたらそれを先生に見せるかどうか、あるいは友達に話すかどうか……そこに障害があるなら、それを取り除くことはできないものかなと思います。そのような活動を推奨するとか、そういう活動をしている人を紹介するとか。

好き嫌いの境目

生徒が聞きに来たときに、「よく考えたね」と褒めてあげたり、間違っていたとしてもそ

の活動を褒めたり、そういう場面が学校現場で増えないものかなと思います。

授業でのやりとりがあつて、授業が終わったからといって、それが急に生徒の頭から抜けるわけではありません。ぼんやりとそれを考え続けて、答えを書いてみようと思ったりする。好きこそ物の上手なれで、数学が好きな人はそれをやるわけです。そして、いい友だちとの出会いがあれば友だちに答えを見せたり、さらに、話を聞いてほしいなと思えるようないい先生がいれば、ノートを持って行って見てもらおうと思うかもしれない。

自発的な学びというのは、それは非常に薄氷を踏むような、ちょっとした一言で頓挫するような流れです。そういうことをしょっちゅうやっている理系の男子の子だったら、先生から何を言われても、また次と思うだろうけれど、そういうことを生まれて初めてやる子もいるわけです。気になって自分なりに調べてみて、先生に見せようかな、どうしようかなと思う生徒もいる。先生がうまくそれをケアしてくれればいいですけど、ちょっとからかうような一言でも生徒は萎縮してしまうかもしれない。それはすごく怖い。それが、一生涯数学が好きになるか、嫌いになるかの境目だったりします。

私にメールをくださる大人の女性の中に、数学の先生の喋り方が嫌で数学が嫌いになったという人がたくさんいます。思春期の女性には潔癖の方がいます。不潔そうな先生だとか、しゃべり方がねちっこくてとか、意地悪そうな感じだとか、皮肉っぽく物事をしゃべるとか、そんなことで数学が嫌いになったそうです。しかし『数学ガール』に描かれている数学の世界はさわやかなので、もう一度数学をやりたくなりました、というのを聞きます。高校の多感な時期は、その薄氷を踏むようなところを通っているのだから、先生方は大変だと思います。

授業の MVP

先程の東海大三高の授業で、2, 2, 4, 8, 32, … という数列を見せたのです。これは、初項と第2項を掛けて第3項、第2項と第3項を掛けて第4項が出る数列です。これをみせて、「これって何だろう？」と聞くわけです。種明かしとしてこの数列の規則を言うわけです。ここは、 $f(n+1) = f(n) \cdot f(n-1)$, $f(1) = 2$, $f(2) = 2$ を示すのですが、これは、 $f(n+1) = f(n) + f(n-1)$ というフィボナッチ数列の漸化式の類比が成り立っているのです。「さっきのは足し算の所が掛け算になっただけだよ」と話をするわけです。すると生徒はよくわからない顔をするわけですが、先程の数列を $2^1, 2^1, 2^2, 2^3, 2^5, \dots$ とかくと、すべて2のべき乗だということに気づきます。そうすると、前の数列だと規則性が見えませんが、2のべき乗で書くと、指数部分にフィボナッチ数列が見えてくるのです。それはなぜだろうということをやると、今まで口数の少なかった生徒が、 $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ の指数法則を言ってくれたのです。とても楽しくなって、そのときの授業の MVP だな、と思いました。

生徒はちゃんとこちらを見抜いていてくれるのです。こういうやりとりはうれしいです。リアルタイムでの生徒とのやりとりはドラマです。何が起きるのかわからない。

感動に出会う

感動に出会うのは大切ですね。そのためには、先生自身が感動していないと駄目なんだと思うのです。先生の方が学んでいないと、学んでいる人にインパクトを与える伝え方ができないのです。先生自身が感動していないのに「これ凄いだろ」と言っても全然生徒には伝わらないんです。人間というのはそのあたりはとても繊細で、この人は本当に面白いと思って喋っているのか、それとも仕事だと思っ

ある大学の先生が、大学の授業で「自分がこんなものを覚えてもしょうがない、と思っている内容を授業で教えなければならないときは辛い」という話をしていました。やらなくてはならないことですが、感動がないような部分が学ぶ途中にはあるわけです。そこでどうやって教えれば良いのかと聞かれました。私は、それ自体には感動できなくても、その技法を使って驚くべきことができるのなら、その驚くべきことができるというゴールを見せてあげなければいけないと答えました。

例えば、あるテーブルを掃除することになったとします。掃除するのはつまらないことだけれど、このテーブルはこれから高貴な身分の人が使う。そのために今準備をしているのだということがわかれば意味が違ってきます。単純な作業でもそこに意味を見出してあげて、フォーカスを当てて教えることができるのではないかと思うのです。

『数学ガール』のフェルマーの最終定理やゲーデルの不完全性定理もそうですが、第10章に大きなラスボスがあり、途中はそこにつながるように書いているのです。最後につながっているからこそ感動があり盛り上がる。それぞれに面白いのだけれども、今までやってきたことは無駄ではなかった、つながっているからこそ、深く学んだ人に味わえる深い感動があるわけです。学んだことに対するご褒美です。これは先程の單元ごとにつなぐことに通じるのではないのでしょうか。

テクニックとして教えなければならない、テクニックとして学ばなければいけないことだけで教えるのではなく、役に立つのであればその場面もあわせて教えてあげないと、つまらないものはつまらないままだと思います。

先生の役割

先生は過去の様々なことを背負って生徒の前に立っています。先生は開始のチャイムから終了のチャイムまでいろいろなパフォーマンス

を自由自在にできるわけです。その授業時間をおもしろいと思い、どうデザインしようかと考える先生が優秀な先生だと思うのです。そこでのパフォーマンスをどう実現するかは、お笑いの「M1 グランプリ」の演技時間4分のように「与えられた時間」をどうデザインして、パフォーマンスしていくかに似ていると思います。

先生の中には「教科書を教えるだけで精一杯である」という話をよく聞きます。しかし、真意は他にもありそうな気がします。つまりそう単純ではなくて、指導的な立場の先生から「何でできないのか」「何でこういう風でできないのか」と言われたときの、安易な返答の一つだろうと思うのです。「問題は教科書」と言っているけれど、実の問題は教科書ではないところにあると思うのです。指導的な立場の先生は、安易に「教科書を教えるだけで精一杯」と答える先生の真意をくみとってあげてほしいと思います。

「その言葉が表現している意味は何？」とその人にパラフレーズさせることが一番いいことです。たぶん始めは何も出てきません。でも、指導者を信頼しているのであれば、次第に何かを言い出します。「実はこういうことで悩んでいる」とか何かを言い出します。たとえば、うまく授業の準備をすることができずにおぎなりになってしまっているという状況を、「教科書をやることで精一杯」と表現している場合もあるのかなと感じました。

こういうことは普通の会社でもあるのです。「営業が悪いから売れない」「開発が良いものを作らないから売れない」などです。開発側と営業側で対立する話は、IT企業ではよくある話なんです。「社長が悪いから」「不況だから」とか理由は簡単にいろいろ出てきます。安易な答えというのはすぐに出せるものです。本当の問題解決に至るためには、「あなたはこういう意味で言っているのか？ それに対してどう考えているのか？」をていねいにヒアリン

グする必要があるのです。

試行錯誤は面白い

自分のやったことが合っているのかどうか、気になるのは自然なことです。間違えるのを極端に嫌がる生徒がいる話もよく聞きます。試しにやってみる生徒が少なくなっているのでしょうか。試行錯誤せず、始めから一回で成功させたい気持ちが強いのでしょうか。他の道を探ったりバックトラックが苦手な子が多くなってきているかもしれません。正しいかどうかを求めることは普通感覚だと思います。ただ、それが「失敗を恐れる」という状況までになるなら、何か対策はあった方がいいです。たとえば、失敗した方が評価が高くなるような問題を工夫するなど……。

答えがない。間違いをする。試行錯誤をするというのは、非常に面白いチャレンジだと思います。心血を注ぎたくなります。例えば、『数学ガール』の一卷目に出てくるのですが、「僕」という主人公が一つの方法で一生懸命やろうとするのですが、失敗します。ところが、ミルカさんは、まさにその失敗を出発点にして新しい問題を作ってしまうんですね。私は、自分で書きながら感動してしまいました。失敗を逆手にとって成功する。それはすごい能力です。失敗が何か新たな問題を生むプロセスが見える、そんな問題は作れないものではないでしょうか。

失敗をたくさんした方が点数がたくさんとれるような問題、わざとらしくなく、他のみんなが「これって失敗したほうが面白いよね」と言ってくれるような問題を作る。それはプロの仕事ではないでしょうか。

そういうプロの仕事ができるのは、たくさん生徒の前で教えている先生方です。ある意味、実験ができるわけです。そういうことが起こるようなイベントを仕掛けて授業すべきです。なかなか楽しそうです。それこそ研究授業という感じで、ワクワクしませんか。

数学はそれをやりやすい。実験は、予測できないところがあるけれど、数学は人工的な問題も作れます。答えがたくさんあるような問題も作りやすい。数学の場合は、図形の問題としてとらえたり、方程式に帰着させてみたりなど、具体例を出していくうちに性質に気づかせたりとか、いろいろなやり方があります。いろいろなチャレンジができそうで、面白いです。

「生徒は試行錯誤を恐れる」と表現しちゃうと、まるで悪いのは生徒みたいに聞こえます。でも、それはどうかな、と思います。私自身はライターなので、読者はまったく悪くない、すべての悪い原因は書き手である私にあると考えます。その理論で行くと、試行錯誤をしない生徒はまったく悪くない、教師が全部悪いということになりそうです。「生徒が正しい理解の仕方をしないのが悪い」と公言する先生ほど恥ずかしいものはありません。漫才でいえば、客に向かって「何で笑わないんだ」と怒っちゃう芸人さんみたいなものですよ。

『数学ガール／フェルマーの最終定理』で、数表を書くのを途中でやめて、テトラちゃんが突然帰るというシーンがあるんです。教科書では途中までしか書かれていない不完全な表ってあんまりないんです。あるいは、間違いがひとつだけ含まれている表なんていうものは、教科書にはない。人間は、中途半端に書かれた表を見ると、この先どうなるんだろう、と気になると思うのです。こういったインタラクションを生み出す技法はあつてしかるべきだと思います。本を書く場合には、読者がどういう反応をしているかは見えないので、擬似的にそういったライブ感を生み出す工夫はたくさんしています。中途半端で止める、問いかけをする、失敗をする、そういった仕掛けをたくさんしています。

『数学ガール』を執筆しながら、登場人物が「そこでそれを聞いちゃうの？」というような

ことがあります。例えば、主人公の僕が「これから三角関数で回転の式を作ってみよう」というと、テトラちゃんが「なぜ点を回転させようと思ったのですか？」という質問をします。私が書いているのですが、登場人物からの問いかけに「確かに何でだろう」と私も考え込んでしまう。いくら先生が「点を回転させましょう」といっても、生徒が「私は、点を回転させたいなんて思わない」としたら、その先に何を教えようともピンとこないですよ。

力学では、すべての物体の位置と速度を式で表現したいという根本的な欲望があるわけです。ゲームでいえば、最後の倒すべきドラゴンを最初にしっかりと伝えてあげることが大切だと思います。方程式では解を求めるというミッションがあります。そういうミッションをしっかりと伝えないと、数学が辛いと思う生徒がたくさんいると思います。ひとつひとつは何をやっているか理解できるけど、そもそも「何を、なぜ」やろうとしているかわからないという生徒への対処です。

先ほどの点の回転についていえば、「僕」がテトラちゃんに言ったのは「動かしたいと思ったから」という答えでした。例えば、ここによくわからないおもちゃがある。おもちゃがあったら、たたいたり、引っ張ったり、まわしてみたり、いろいろとやってみたくなる、ということ。何だかわからなかったら、いろいろと試してみたくなる。図形というのは点の集まりなので、点をいろいろと動かしてみたくなるということなんです。その動かす一例として、回転を考えてみたかった、と。

難しい数学書を読んで、何かわからないということを感じれば、生徒のわからなさもわかるのではないのでしょうか。学び手の心は学び手にしか分からない。私はそのように思います。

5 高校の先生方へのメッセージ

私は、現場で生徒に向かっている先生方をとても尊敬しています。待たないでリアルな生徒に日々向き合わなければいけない仕事はとても大変だと思います。

本はじっくり時間をかけて書けばいい。でも先生方は、どう反応するかわからない生きた生徒と日々対峙している。それは素晴らしいと思います。

現代の日本で、数学を教えるというのは極めて重要な仕事です。これからの未来を創っていく仕事です。教えた生徒は……教師になるかもしれない、プログラムを書くかもしれない、研究者になるかもしれない、ふつうの会社員であっても複雑な概念を解きほぐし、論理的に考えてくれるようになる。そのような人たちが未来を生み出していきます。

非常に大切な仕事をしている先生方を、私は心から応援しています。

—お忙しいところありがとうございます
ました

（ 結城先生は Web 上でも様々な活動をされています。インタビューの後、結城先生は Twitter でもエールをくれました。 ）

インタビュー終了直後の結城先生のツイート

(<http://togetter.com/li/640752> より部分的に引用 参照日 2014/10/21)

結城浩は学校の先生に心からエールを送りたい！



教師の仕事はとても大変。そして報われないことが多い。結城はいつも現場で苦勞なさっている先生を応援したいと思っています。

by [hyuki](#)

まとめ

メニュー



本日は「千葉県高等学校教育研究会数学会」の部会誌向けのインタビューがありました(結城がインタビューされる側です、念のため)。千葉県の高校の数学の先生9名とお話する楽しいひとときでした。インタビューは今年のごくネットで読めるようになると思います。たアナウンスしますね。

hyuki 2014-03-11 17:17:43



いつも言ってますが、結城は現代日本で数学を教えておられる先生がたに心からのエールを送りたいと思っています。とても大切な、とても意義の深い仕事です。いい数学の先生との出会いがあれば、高校生は一生の宝物を得たようなものです。思い当たる方も多いでしょう。「いい先生との出会い」は重要。

hyuki 2014-03-11 17:22:47



いい先生と出会えた人は、学びに対して前向きで、自信を持ち、果敢に新しい学びに向かうことができる。よく思うのは、もっと教師にいい給料を払うべき。教師にもっと敬意が払われるようにすべき。

hyuki 2014-03-11 17:25:09



「教師を目指す」ことが素晴らしいものと思われるような施策を打つべき。と、結城はよく思います。

hyuki 2014-03-11 17:26:54



と書くとき必ず「ひどい教師」の話をする人がいると想像できます。こんなひどい教師がいた。教師の質はひどいもんだ。ということ言う人がいる。まあ、それは想像できる。しかし、しかし、良い教師もいる。

hyuki 2014-03-11 17:29:06



最も優秀な人が、第一候補として教師を選ぶような社会は素晴らしいと思う。なぜかという、人が一人で成し遂げられることには限りがあるから。自分が成すのではなく、自分が育てた数百人、数千人が素晴らしい仕事をするという方が素敵ではないか？

hyuki 2014-03-11 17:31:41



もちろん、それは理想論だ。自分で何かをするほうが、人に何かをさせるよりも楽だ。誰もが「教師の賜物」を持っているわけではない。

hyuki 2014-03-11 17:33:26



そんなことを思いつつ、結城はいつも現役の教師にエールを送りたい。何しろ、リアル生徒を前に毎日対峙しているのだ。身体をはって「教える」ことに従事している。うまくいって「当たり前」といわれる。「生徒が優秀」と言われる。失敗したら「教師がダメ」と言われる。そんな中で奮闘している教師。

hyuki 2014-03-11 17:36:22



結城は、だからエールを送りたい。現場でがんばっておられる無数の先生たちに。結城の現在を作ったのも、何十年前の先生方でした。先生、ありがとうございます。先生、ありがとうございました。毎日ががんばって本を書いています。少しでも、若い世代のお役に立ちたくて。少しでも、恩返しがしたくて。

hyuki 2014-03-11 17:39:49



うわわ！しまった！連ツイおしまいおしまい！仕事に戻ります(^^;;;)

hyuki 2014-03-11 17:40:45