

突撃インタビュー

## 西成活裕先生に聞く

恒例の突撃インタビューも 17 回目となりました。今回は、『渋滞学』で著名な東京大学の西成活裕先生です。インタビューは 3 月に行い、『渋滞学』の誕生秘話やご自身の研究スタイルなどについてのお話を伺うことができました。また、高校生に対しても講演会や出張授業を数多くされているということで、授業のヒントとなるような話題も提供していただきました。

### 1 数学を志した原点

理系の刺激がいっぱいあった

父が理系の人間で、アマチュア無線の免許を持っていたり、自分でラジオを作ったりしていたため、家の中には電子部品がたくさんありました。また、テレビでは「宇宙戦艦ヤマト」をやっていて、自分で宇宙の果てや波動砲について考えていました。このように、私は文系や理系などの概念がないうちから、理系の刺激が多い環境にいたことで理系少年になっていったのだと思います。

ただ、覚えている限りでは小学校 4 年くらいまでは学校の算数や理科はできなかつたですね。転機は小学校 5 年の時だと思います。クラスの中で算数の難しい受験問題などを解いて競い合うグループができていて、私もそのグループに入りました。その中で、どんな難しい問題でも「じっくり考えていけば、何とかなる」と思って競い合っていました。それが良かったのか、小学校 6 年の頃からは他の教科もできるようになりました。ただ、暗記は苦手で、漢字とか社会はだめでした。

別解の西成

中学生になると、今までできていた子が停滞し、私が自然にできる側になったと感じていました。その頃から将来は研究みたいなことをやれたらという考えが芽生えていたので、本屋で高校の参考書を買ってきて勉強をする



など、先取りをしていました。

高校は地域の進学校に進んだので、本気でやらないと勝てない環境でした。中でも物理と数学だけは負けないという気持ちでいたので、それらの成績は良かったです。また、勉強だけでなくサッカー部にも入りました。充実した学校生活は楽しかったのですが、勉強は辛くも苦しくもありました。競い合う中で、今までの自分は井の中の蛙だったのだと、本当にできる人は世の中にはたくさんいるのだということを痛感しました。

また、高校時代は模範解答があっても、絶対にそれとは異なる解答で解くことにしていました。そのせいか、高校では「別解の西成」と呼ばれていました。必ず別解を探す、別解を見つけられなければ理解したことにならないと感じていました。別解を見つけたときには快感でしたね。今でもよく学生に「答えを見るのは敗北だ。」と言っていますが、小学校の時から、負けるのが嫌だったし、友人との間でも「答えを教えようか？」と言われる

と、「明日には解けているから、黙っていてくれ！」と言っていました。高校の時には、最長で1年半答えを見ないで考えた経験もあります。受験勉強のときも赤本の解答がごちゃごちゃしているなどと思って、別解を考えました。その別解を予備校の先生に見せたら感動してくれたのを覚えています。

#### 素晴らしき財産

大学は東大を目指していたのですが、現役では合格することができず、1年間は他の大学で学生生活を送っていました。全く受験勉強をしなかったのに、もう一度東大を受験してみると、なぜか合格できたのです。その時は何で現役のとき落ちたのだろうと不思議に思いましたね。

私は東大では理科I類でしたが、これが今までに出逢ってきた人以上にできる人の集まりで、もの凄く刺激になりました。そこでも競い合う仲間ができ、文系の学生なども一緒になって、この問題はどうか今の政治をどう思うとか、夜を明かしてまで徹底的に語り合いました。入学後のこの2年間の経験はとても財産になりました。

数学でも難しい問題を誰が先に解答するかの競争がすごく好きでしたし、そのような環境にあることが好きでした。その中で、他の人よりも早く解いてやろうとか、素晴らしい解法をしてやろうとか仲間で競い合った生活はとても充実していました。

## 2 自身の研究について

#### 母の言葉

現在の研究につながったのは親の影響が大きいですね。大学のときに、母から「あんた大学で何やってるの？」と聞かれて、私は「ある偏微分方程式の解の研究をやってるんだ。」と答えたのですが、「そんなの何の役に立つの？東大まで出て何だか知らないけど、役に立た

ない人間ね、あんた。」みたいに言われてしまいました。私は何も言い返せなくて、それが悔しくて悔しくてしょうがなかったんですね。そんなこともあって、数学を使って何か社会の役に立ちたいという気持ちは昔から強く持っていました。

#### 勉強から研究へ

そうは思っても、大学まできていろいろな分野を勉強して、いざ何をやろうかなと考えたときに、研究者になるというのは人が思うよりもはるかに難しいことが分かりました。研究ということは新しいことを考えなければいけないわけです。修士までは、難しい問題が出されて、それを解く競争をやっていただけだったと気づきました。

ドクターの2年目くらいまでは突破口が全く見つけれず、かなり悩んで、病気にもなっていて、研究者をやめようかなとも思いました。そんなときに、神様が微笑んだのです(笑)。

私がちょうど悩んでいた時期に、ソリトン理論という新しい分野の理論を有名な数学者の佐藤幹夫先生が作り上げたんです。また、隣の研究室には早稲田大学の広田良吾先生がよく来ていて、それに関連する話を聞いていました。それで、論文を読んだら背筋が震えるくらい感動して、ロールプレイングゲームみたいに「新しい武器を手に入れた！」と思ったんです。武器さえ手に入ると、新しい論文が書けるんです。

まだ渋滞まではいかないのですが、その新しい武器を使って、水とか空気の流れの問題を解いてみようと思って、それで論文が初めて出せました。本当に小さなことですが、初めて世界で誰もやっていないことを自分の力でやることができたのです。その瞬間に、「研究ってこういうふうにするのか。」ということがわかって、研究者への突破口が開けました。

「数学」×「流れ」×「役に立つ」＝「渋滞」  
 だけど、その後はまた悩みました。実は武器が新しいだけで、結果はほとんど過去のものなぞっているだけでした。武器だけ新しくてもダメで、結果も新しくないと論文にならないのです。どうしたらいいのかなと悩んでいたある時、通勤中に人の混雑や道路の渋滞を見て、「これって人や車の流れだよな。」と閃きました。

数学はやめたくない。流れの勉強はだいぶしたのでそこから離れるのも賢くない。社会の役にも立ちたい。そうして、全部のキーワードが「渋滞」で焦点を結んだのです。20数年前の当時は、数学の論文で誰も人の流れや車の流れを研究している人はいなかったので、「これで失敗したら俺の研究者人生はそれまでだ！」と覚悟を決めました。ただ、これは絶対にいけるという自信もあったので、一点突破で20年以上、今もやり続けています。そういう点では結構闘う研究者ですね。

#### 苦難の時代を支えた「7年やれ」

当時、数学で「渋滞」をやっている人はいないので、学会でそれを持って発表に行っても、「あれは数学じゃないし、全然面白くない。」といて皆帰ってしまい、座長しかいない状態でした。全く人から相手にされないし、論文を投稿しても通らないわけです。それですごく落ち込んでいるときに、ある先輩から「同じことを7年やれ。7年やってダメだったらやめろ。お前はまだ3年くらいじゃないか。7年やって本当に信念があれば、味方もそのうちに出てくる。助けてくれる人も出てくる。」と言われました。

それが本当にそうだったのです。6年目くらいから、民間企業が「先生のその研究面白い。うちの物流とかに使える。」と言って、研究費を頂けたり、「先生のところで一緒に勉強したい。」という若手が現れたりしました。そして、ちょうど7年目に出版社が来て、「先生の

今までの研究を本にしませんか。」と突然言ってきたのです。その流れのまま「渋滞学」という本を書いたら、これがいきなり賞を獲って、ベストセラーになってしまいました。それまでは学会に行っても空席ばかりだったのに、今は立ち見です。同じ事をやっているのに、こんなに変わるものかと思うくらい人々の変化を感じました。本当に何がきっかけかわかりません。

#### 『渋滞学』の誕生

本のタイトルとなった「渋滞学」はそれまで使っていた名称ではありませんでした。渋滞の話で本にしたいと最初に言われたとき、私には思い入れのあるタイトルがあって、最初は「『自己駆動粒子の集団力学』にしてくれ。」と言ったんです。

私がやっている研究というのは、意思がある粒子がどういうふうに運動するかということです。それまで扱われていた粒子、例えばボールなどには意思がない。だけど、人には意思がある。論文ではそのような意思のある粒子のことを「自己駆動粒子」という名前です。ずっと呼んでいたのです。ですが、編集長からは「さっぱりわからん。そんなタイトルで売れるわけがない。」と言われてしまいました。そんなやりとりの中で「先生の研究って結局なに？」と聞かれて、「渋滞の学問だから、『渋滞学』みたいなもんですよ。」と答えたら、「それ！」って言われて、いきなりそこでタイトルが「渋滞学」に決まったんです。

そもそも「渋滞学」なんてあるのかなと思って、検索したら1件もありませんでした。当時は「渋滞学」という言葉がなかったのです。今調べると何百万件も出ますけど、「渋滞学」の元は全部これなんです。その当時の編集長との議論の中で、パッと口から出まかせに出てきた言葉が「渋滞学」だったんです。

### 異分野を繋げるベースが「数学」

ただ「渋滞」というとみんな車のイメージしかないと思うのですが、「渋滞」をやろうと思ったときに私は初めから車だけをやるつもりはありませんでした。それまで水や空気などの普遍的な流れの研究をやっていましたが、それだって「流れがつまる」と言うように渋滞するかもしれないわけです。

当時は「渋滞ノート」というのに、「渋滞」というキーワードで将来研究できそうなことを100個くらい書きました。例えば、母が腸閉塞になったときには「これは腸の渋滞じゃないか。」とか、電話がなかなか通じないときには「これは通信の渋滞じゃないか。」とか、人の混雑も渋滞、物が売れないのも物流の渋滞、店で在庫が溜まっているのも経済の渋滞に違いはないと考えました。

私の場合、そういう異分野を繋げるベースが数学でした。せっきく数学をやっているのだから、普遍化、一般化しようと考えて、流れを全部0と1で表したんです。車や人がいれば1、いなければ0として、前が0ならばその後ろの1は前に動けるから $1 \rightarrow 0$ 、 $0 \rightarrow 1$ になるわけです。そうやって全て数字で表してしまえば、1は車でも人でも蟻でも何でもいい。そうすると抽象レベルが凄く上がるじゃないですか。この抽象化というトレーニングが数学を勉強してきたことでできていたんですね。

それで色々調べてみたら、蟻が渋滞しているのかどうかみたいな研究は全くなくて、蟻の研究は生物学者がやっているわけです。人の混雑については建物を建てるときに避難計画を立てなくてはいけないので、建築の人がやっている。車の渋滞は交通工学の先生方がやっていて、経済については経済学の人々がやっている。要するに、全部バラバラだったんです。

そこで、それまで縦の学問だったものを、「渋滞」というキーワードで現象だけを抽象化し

て、横に全部紡ぎ出してやると、これは全く新しい分野になるに違いないと閃いたんです。車の渋滞のなかに蟻の結果を入れるなんてことは誰もやっていないわけですから、蟻と車の類似性みたいな論文を書けば、これは世界で私しかやっていないので、論文が書きたい放題になりました(笑)。



### 「数学」を世の中に応用する

だから、「数学が何の役に立つの?」という質問に対して、私はいろんな例を持っています。そういったことを数学者の先生方は逆に知らないわけです。それはそれで役割があるので、数学自身を作っていく数学のメーカーの先生方は尊敬しています。数学を作るということは自分にはできない。ただ、作られた凄い数学を世の中に応用することについては私の独壇場です。

これは役割分担だと思います。佐藤幹夫先生のような大数学者が書いた論文を、私は一生懸命読んで、その素晴らしい世界を世の中に還元したいと思っています。その中で、たまに数学的なものを発見するので、それはそれで論文にもしますが、根っこは応用もっていきたいと考えています。

応用をやっている方というのは、実は数学に弱い方が多いので、数学者の論文が読めないことがあります。私は数学の論文と応用の論文の両方とも読めるので、意外と真空地帯にいるのかもしれない。そう考えると、いいスタンスだと思います。

#### 研究者としての現在

現在はいろいろな分野のことを併せてやっています。日本には応用数学という分野がないので説明が難しいのですが、純粋に数学を深めようというのではなく、数学を使って世の中のいろいろな問題を解いていくことを研究しています。専門となると、数理物理学、応用数学という分野になります。バスケットの片足は動かさなくて、もう片方の足は動かしてもよいというピボットを例にとると、片足は数学に軸足を置き、もう片方の足で物理とか医学とか経済とかのいろいろな分野のことを使って何かを解決しようとするイメージを持ってくれれば良いかと思います。その中で「渋滞」を中心にして、世の中の流れが滞らないようにするために、車や人や物流などのスムーズな流れを作ることを、数学や物理を使ってやってきました。

この研究を始めてもう 20 年ですけど、発表とかディスカッションをする度に、多方面から共同研究の依頼がひっきりなしです。また、私の論文は全部英語で書かれているので、海外で読んでくれた人が、「じゃあ一緒にやらないか」と言ってくれます。だから「渋滞」でいかに世の中が、日本だけでなく世界中が困っているかということですよ。そうしたありとあらゆる世界中の人たちと、楽しく数学とか実験をしながら「渋滞」の研究をしています。

### 3 高校生の研究について

#### 現在の高校生が羨ましいこと

今はスーパーサイエンスハイスクール (SSH) などの文科省のいろいろな取り組みがありますよね。大学の先生を呼んで一緒に議論したり、高校の中で勉強以外に研究みたいなことをやったり、発表会をみんなでしたり。そういう発表会の審査や講演会に私もよく呼ばれるのですが、行ってみると、高校生の頭がもう研究モードになっているんです。「先

生の『渋滞学』を読んで数学的にこんな研究をやりました。」とってレポートを送ってくれる高校生もいます。

高校生にとっては、最先端の研究者と話し合える機会があるというのは物凄く貴重だと思います。私自身、そういう機会があるといいなと思っていたので、今の高校生は羨ましくてしょうがないですね。自分の高校の時にもそういう機会があったら、私ももっといろんな事ができたなと思うんです。私が高校生のときにはインターネットもないですから、全く情報がない中で、自分で本屋に行って、頑張っているいろいろな情報を取り入れていました。今は放っておいても向こうから情報が来ますから、本当にある意味で素晴らしいです。

#### 研究テーマの見つけ方

私自身、テーマを探すだけで病気になるくらい昔は苦勞しましたから、高校生にとってもテーマを探すのは大変でしょう。私は自分の脳をアイデアの泉だと思って、いくらでもアイデアは出るんだと自己暗示をかけています。すると、本当にアイデアが出てくるのです。

そのために一番大事なことは、社会の色々な課題・困った問題を常に頭に入れておくことです。例えば、生活していても「毎朝この駅が混んでいる。この柱がなくなればいいんじゃないかな。」と思えば、これが課題になります。「寝るときにいつもベッドがきしきしと軋んでうるさい。」となればそれも課題です。あるいは、社会の時間に「将来自分は年金をもらえないかもしれない。」と習ったら、「なんでなの?」とか、ハンバーガーを注文したときに、「なんで早く出てこないのかな?」とか、ちょっとした課題を常に頭の中に勢揃いさせておくのです。

だから、脳を疑問の嵐にしておかなくてはいけない。そのためには、受け身ではダメですね。世の中に困ったことなんてたくさんあるわけで、それは解決できないかもしれない

し、逆に凄く簡単な解決方法があるかもしれない。大事なことは、いかにいろいろな疑問点を持っているかです。ただボーっと生きていて、疑問を感じずに「別に仕方がないんだ。」みたいになってしまうと、人間ってどんどんそういう問題を忘却していってしまいますから。

世の中に解決できない問題なんてないんです。絶対に解決できるのです。数学や物理の原理原則に反することはできないですが、そうでない限りは、人間同士、話し合ったり、知恵を出し合ったりすれば絶対に何でも解決できます。そのように「解決できない問題は世の中に存在しない」という前提でいろんなものを見ると、ネタ帳がいっぱいできるわけです。私は20年くらいこういったネタ帳を持っていますが、何か思ったときにはすぐに書きます。街を歩いているだけでも必ず何かあるわけで、「なんでこうなんだ？」という困った問題や「これ上手くいってるじゃん！」という発見を必ずネタ帳に書くようにしています。普段から、そういう問題意識を持つことを癖にしていれば、テーマに困ることはありません。

#### 「ナゼナゼ？」5回の法則

これはある高校でも言ったのですが、子どものときは親に「何で？」って聞きましたよね。「何で？」って聞くと親は答えるわけです。そうすると、さらにわからないことがあって、また「じゃあ、何で？」って聞く。すると、3回目くらいの「何で？」で親が「うるさい！知らない！」と言って怒りだします（笑）。そこで、怒ってしまっただけではダメで、どんなことでも「何で？」「こうだから。」「何で？」「こうだから。」を5回くらいやると、どんどん深く掘り下げられます。そこに研究の種がたくさんあるのです。

だから、私もなかなか納得しません。メモ帳に書いて「何でかなあ。」と考えますが、「そういえば物理ではこういう原理原則で動いているなあ。」で納得してしまうとダメで、「で

も、もしかしたらこうかもしれない。そうでなくて上手くいっているのは何で？」と考えると、もう一段深みにいけるわけです。

よく職場とかの改善の見本で「『ナゼナゼ？』を5回言え」と言うのですが、研究も同じです。「ナゼナゼ？」を5回。そうすると、どんなに単純なテーマでも、4回目くらいから科学的になるので、全てサイエンスです。研究テーマのネタの宝庫だと思います。友達同士で「ナゼナゼ？」5回ごっこ（笑）をやれば、ネタはいくらでも、すぐに出てきます。



#### 研究テーマは魂の叫びから

世の中の課題にしても、「ナゼナゼ？」にしても、それを本人が面白く思っていないとダメですから、そのためには感情が大事です。悔しい思いで「何でこんなに思い通りにならないのか。」とか、「何であそこでこうなっちゃっているんだろう。」とか、「何で？」と思う瞬間が日常にあるはず。そういう感情で動いた瞬間をメモしておく、それは絶対に面白い。人間が動くときというのはそういった自発的な何かがあったときだけなので、何か新しいことを発見してレポートにしろと言われても、「知りたい！」「何でだろう？」と思うから研究できるのであって、そうでなければ全く研究なんてできません。

例えば、私が以前勤めていた大学では中学・高校レベルの数学を復習しなければならない学生がいましたが、そんな大学生に数学でど

ういう卒業研究をやらせるかという、「お前は何が好きなのか？」とまず聞くんです。すると「僕はスポーツカーが好きです。」なんて答える。そこで「お前はスポーツカーでこの道を運転したことはあるか？」と聞きます。その道は遠心力がすごい道なのですが、「いつもどういう風に曲がっている？」と聞くと、目を輝かせて「コーナーの前はゆっくり入って、コーナーの出口に向けて加速するんです。」とか言うのです。その学生に向けて「お前、それは数学だ。その軌道と別の軌道の加速度を全部計算してみよう。」と言うと、「先生、面白そうです！」となるわけです。そうやって、本人が面白いと思うことから私は研究テーマを引っ張ってきました。そして、それを数学の知識に使う。だから、だいぶ手伝いはするのですが、研究の入口は本人が持っている魂というか、感情で動くもので探してこないダメですね。

## 4 高校数学へメッセージ

### 数学の面白さを伝える機会を

高校だとどうしても研究というよりもそれ以前にやらなければならない事がいっぱいあるので、それだけで終わってしまいがちだと思いますが、そうすると子ども達もあまり面白くないと思います。ついてこられるのは淡々とこなせる一部の人で、実際はそうでない人がほとんどです。

また、「何の役に立つの？」と親に聞くと、「そんなの知らなくても生きていけるわよ。」と親が教えて、「微積知らなくても生きていける！」という風になって、そこで「悪の連鎖」(笑)が始まるんです。そうではなく、例えば高校で「ジャガイモ茹でるのにこの理論を使うとこんなに早くできるよ。」みたいなことをやって、「あ、そういう風に役に立つのか!」とか、「こんなに面白いんだ!」とか、そういう数学の面白さを伝える機会がもっとあれば、

すごくいいカンフル剤になると思うのです。

### 色々な学校での実践例

私は子どもに教えるのが大好きなので、それこそ沖縄から北海道まで、小学校から高校まで、日本中で呼んで頂いて、時間のある限り講演会などに行って子どもたちと交流しています。小学校5年生くらいまでは本来は全員理科系というか算数や理科に興味があるのです。嫌いと言っているのも何となく食らいついてくるんですよ。その辺を境にしてちょっと大人が入ってきて、算数や理科が段々嫌になってくる子が出てくる。そんな時に私は色々工夫をして授業をやっていきます。

例えば、小学生にナスカの地上絵を見せて「これってみんなどうやって描いたと思う?」と言って、実際にグラウンドに出して、「馬鹿でかい絵を描いてみよう。」と言うんです。そうすると子ども達はみんな考えるわけです。そこで小学校なんだけれど、相似を教えるんです。そうやってちょっとヒントを与えると、子ども達は「あーそうかそうか!面白い面白い!」と言いながらやるんです。



他にも、カウンターを持って外に出て、交差点で信号が青になってから赤になるまでに車が何台出るか数えてみたり、前の車が動いてから次の車が動くまで何秒かかるか測ったりして、それをもとに、「じゃあ8台目がここを通過するのは何秒後?」と言うと中学校くらいのすごくいい計算になります。

この手のものは、本当にそれが身につくものになるし、実際に実験しながら計算させると、立派な数学の問題になるわけです。だから、教え方一つだと思いますね。興味の持って行き方や教え方次第で全く同じ内容でも全然変わる。そういう工夫は学習指導要領の範囲内でどこまでできるかわからないですけど、どんどんやっていいと思います。

私がいつも提案しているのは、数学と理科と音楽を同時に教えることなんです。高い音と低い音では振動数が違うわけですが、そこでオクターブと振動数の関係に注目すれば、これは音楽と物理です。また、振動数の比が整数比になっていると曲調が変わるなんて話から数学の話になる。他にも、楽譜の音符は全部数学の規則に則っているの、音符や楽譜を使うと子ども達に分数の計算を教えられるのです。

縦割りではなくて、渋滞学をやったときのように、各分野の共通点をやるような横の授業をやるとすごく面白いんじゃないかと思っていて、私には縛りが無いから自由にできる。面白そうな授業やって下さいよと言われた時に、「じゃあ音楽と算数と理科を同時にやります。」と言って小学校で授業をやりました。

#### 微分・積分を小学生に

また、小学生に微分・積分をという取り組みをやったことがあります。「皆、今から微分・積分を教える。これは高校生になるとすごく難しくて殆どの方が脱落するんだ。」なんて言う親もいたのですけれど、皆頷いているんです（笑）。

何をしたかという、白い紙に自分で好きな線を適当に描かせて、「今から皆に物差しをあげるから、物差しで今描いたグニャグニャの線の長さを測ろう。」と子ども達に言ったんです。そうすると真っ直ぐな線は測ったことがあるけれど、曲がった線は測ったことが無い。じゃあ、どうするのみたいな展開になる。



そしたら賢い子がいて、髪の毛を引っ張ってきて、描いた線にあてて、それをピンと伸ばして測るんです。それに対しては「君は正解なんだけど、髪の毛を使っちゃ駄目だ。先生は使えないから。」と言って、笑いを取りながら「髪の毛を使わずに曲がった線の長さを測る方法を考えよう。」と言うと、小学生でも微分・積分の概念に辿り着くんです。曲がった部分は区切って細かく測る。真っ直ぐのところは思いっきり測る。その上に何 mm と書いておいて、最後にこれを足すという子が出てきます。「お前それは大正解だ。分けたのが微分、足したのが積分というんだよ。」と言うと、皆「あー、簡単なことなんだ。」とわかる。小学生にもわかったの、高校生でも十分やれるはずですよ。

#### 刺激のツボ

高校でも二次関数で何か面白いことはないと言われて、フラクタルアートをやったことがあります。マンデルブロ集合というトン虫のような図形が二次関数でかけるのですが、「二次関数を使って、今からアートをやる。まずは勉強を忘れて、二次関数を使って、絵を描こう。」と言って、芸術の世界に持っていきました。そうしたら、皆「二次関数でこんな絵が描けるんだ！」と喜んでいました。何かに役立つというのとは別に、アートにしちゃうのも面白いですね。

数列だって映画の『ダ・ヴィンチ・コード』を観たときに出てくると、皆「ウオーッ！」となるけれど、教科書で先生が淡々とやると誰も見向きもしないわけです。同じ内容でも何か変わるだけで、生徒のアテンションが全然変わってくる。私は何かに例えて、「要するにこういう事なんだ」ってやるのが大好きで、そういう授業ばかりやっています。

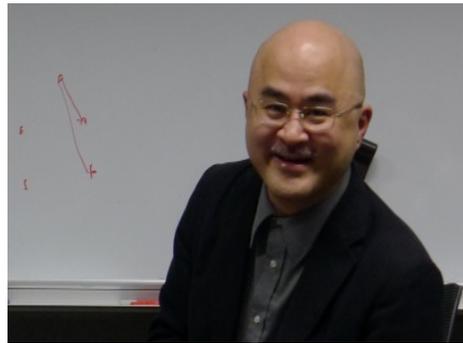
そうやって興味さえ持たせてしまえば、今はネットで何でも調べられるので、教えることがないんです。そうすると、ネットに載っていないこととか、あるいは、その裏読みの方法とかを教えるのが我々なんじゃないかと思えます。そういうITやネットの時代だからこそ、意外とアナログのこと、グラウンドで棒とひもを与えてやらせるなんてことを喜ぶんですよ。リアルに感じるわけです。何かそういう刺激のツボを押してやれるような工夫ができると面白いのかなと思います。

それをしなくてもついてこられる連中は放っておいていいんです。それは優秀で淡々とやる生徒なのです。そうじゃない中間層をもっと引っ張るような、そういう面白そうな工夫みたいなものを皆で知恵を出し合って、そうして閃いたものをみんなで共有すればいいのです。違う高校の先生達が集まって、こんな授業をやったら食いついたというアイデア交換会も大事だと思いますね。

#### 一点突破で現状を打開

子どもはゲームが好きですから、ゲームから使える数学があると良いですね。だから、ゲームみたいにして、例えば「5つの点があります。これらのあらゆる点を全部つないで、線をかいてごらん。」と言うと、みんな「う〜ん。こう引けるなあ。」と言いながらやり始めます。そこで「何本ある？」と聞くと、皆数え始めるんです。数え上げることによって、考え続けるための持久力がついてきますし、場合分けの力もつきます。物事を数えるという

ことはすごく良いことです。そこで、「じゃあ、もう少し増やそうか？」と言って、点を増やしていくと、何か法則を発見しないと太刀打ちできなくなるわけです。最初はできることを面白くやらせて、そして、段々考えさせるように上手く誘導していくみたいなプログラムができたらいいですよね。



それをきっかけに他のこともできるようになるし、あるいはやる気になってくるかもしれないから、できない子には一点突破で良いと思うんです。何か一点突破でその子ができたときに「お前、これすげえな!」「クラスで1番の〇〇ちゃんもできないよ!」という具合に上手く褒めてやる。

今の子には褒める方が良いですね。学生を見ていると怒るよりも褒める方が伸びる感じがします。それは皆さんも感じていると思いますが、ここ10年で子どもの気質が全く変わったと思います。厳しく言っても、昔は「なにくそ!」というのがいたのですが、今は「なにくそ!」の前に心が病んでしまう。本当に難しい時代になってきたなと思います。

私は自分で答えを考える人間を増やしたいと思っていて、自分の経験からもよく「答えを見るのは敗北だ。」と言っています。答えにすぐすがりつく状況をなくすにはどうしたらよいのかというと、それは分からないですけど、例えば、ゲーム的にして、答えを見たら負けなんていう感覚が教室の中で作れるといいのかもしれない。

### 思考体力を鍛える

それは脳をどうやって鍛えるかということにつながります。私は思考体力を鍛えると言っていますが、人生で大事な力がこの思考体力です。課題解決力と言ってもいい。課題に対してどうやって迫っていくのかということですが、この思考体力があると、数学で言えば数学力があるということになるんですが、ただ、これは数学だけの話ではありません。

思考体力にはいくつかの要素があるのですが、特に数学に近いのが多段思考です。多段思考というのは、こうなればこうなるというロジックを辿っていく力です。つまり、思考の階段を疲れずに何段登れるかというのが思考体力で、その階段を一段ずつ登っていく力が多段思考力です。多段思考について言うと、難しい問題を作るときは8段くらいのプロセスで作ります。段数を重ねているだけで、一つ一つの階段は簡単なんですけど、思考体力のない人は、3段くらいで息切れしてしまうから解けないのです。この思考の階段を疲れずに登れるのが頭の良さだと思うのです。運動ができる人は、何となくこの感覚が分かっている。つらい練習をやって、運動で歯を食いしばっている感覚を脳でやればいいのです。

### 高校の先生方へメッセージ

数学の力が社会でパワーを持っているか、いかに役に立っているか、社会の屋台骨になっているかを伝えてほしい。社会ってどろどろで形のない状態ですが、数学だけはビシッと背骨がある状態なんです。絶対正しいんです。数学こそが最も信頼できる武器なんです。中学校のときに自分で言ったことがあることですが、数学の答えはアメリカ大統領であっても否定できないんです。数学を身に付けることの素晴らしさ、凄さ、役に立ち度をもっともっと伝えてほしいですね。

京都大学の深谷賢治さんが、数学のメリットについて「数学を知っていると、世の中で

読めない本がなくなります。」と言っていたのが私は好きなんです。数学は人生を豊かにしてくれるツールであるということを言ってくれたのだと思うのですが、数学を知っている人だけに訪れる世界があるんです。すべての本が読めるというのもその一つですよ。

「数学なんてやらなくても生きていけるよ。」なんて言ってしまうと、どんどん数学から離れていってしまう。知ることで人生がもっとリッチになるし、いろいろな無理難題がある中で、数学があれば解決できることも多くある。いかに数学の力が強いかを私は身をもって体験しています。本当に数学は素晴らしくて、すべてのベースになっています。勉強の中の一つの教科ではなく、学問の土台として、人生そのものの土台として数学があるということを、自信を持って子供達に伝えてほしい。数学がないと、建物も建たないし、電車も走らない。数学を知らないことで、人生の半分以上を損していると考えてもよいでしょう。数学はパズルや数独を解くためのものではなく、世の中や人生を豊かにするためのものであると考えていますし、それを常々訴えていただきたいと思っています。みなさんもそうやって、数学を志したと思いますので、お互いに言い続けていきましょう。

お忙しいところありがとうございました

