

動きのある教材で、イメージが湧く学びを実現 「社会に出ても数学を楽しく使う」感覚を育む

数学を教える先生は、「この勉強が何の役に立つの?」といった疑問をどこかでぶつけられたことがあるのではないのでしょうか。その答えを懸命に探るなかで、「数学を好きになってもらう」ことが一番重要だと思うようになった先生の実践をご紹介します。



イメージ湧いた?
と生徒に
訊いています



今号の先生

数学 村上仙瑞先生

大学院を卒業後、甲南高校・中学校の教員に。数学について考えてきたことや、授業の実践、自作教材などをホームページでも発信。同サイト内のGeoGebraのコンテンツで、令和3年度「学習デジタル教材コンクール」において「日本教育新聞社賞」を受賞。弓道部の顧問も務める。

生徒に対する想い

**数学を好きになり
大学や社会でも使ってほしい**

「なぜ数学を勉強するのか」という疑問をもち、そこに価値を見出せずにいる生徒に対して、教員は何ができるのだろうか。甲南高校・中学校の村上仙瑞先生は、長らくそのテーマと格闘してきた。

試行錯誤の一つとしてやってみたのが「数学は役に立つ」と感じさせることだ。例えば計算力。数学の基礎・基本であり、スポーツのランニングと同じで、繰り返すほど鍛えられ、すると大学生や社会人になっても日常で生かせること。

数学的表現の有用性。天気のコースでは今日の気温を前日比較できるよう、 $15(+3)^{\circ}\text{C}$ と表すことがある。「赤字230億円から黒字300億円へ」という記事を読んだとき、文章を式にできれば $[300-(230)] \div 300 + 230 = 530$ 億円増」とすぐわかる。3分前から3分後までの変化をグラフにしたいとき、「 $-3:0:3$ 」と負の数を使えば、一直線上に表せる。つまりは「表現については国語だけじゃなく、数学でも学んでいるんだよ」ということ。

世の中の仕組みの理解に役立つ数学。黄金比をはじめ美しい形には法則があること、数量データの分析によって社会の変化やトレンドまで見えてくること。

しかし、授業で折に触れ数学の有用性

に触れても、「単発の取組に終わり、既に気力のない生徒にはそこまで響かなかった」という。ならばどうするか。

「10年以上かかって気づいたんです。数学の教員としての僕の仕事は、苦手意識のある生徒を含めて『数学が好きになる』ように働きかけることだと。今の社会では、受験が終われば数学もおしまいになる人が少なくありません。でも本来は、その先が大事であつたはず。大学生や社会人になっても、情報の読み取りや分析、表現や創作などのために、数学を活用してほしい。そのためには、数学を楽しいと思えて好きになることが根本だと思ったのです。好きという感覚があれば、仕事や研究、アートや遊びの活動でも、ふとしたときに『数学でこんなことやつたな、生かせないかな』と、体の中に残つていたものがその先につながることを期待できます。ですから、今はとにかく生徒が数学を好きになるにはどうしたらいいかを考えています」

授業の実践

**イメージしながら学ぶことを
繰り返し、地力をつけていく**

生徒が数学を好きになるように、村上先生が重視していることがいくつかある。一つは、授業中のコミュニケーションを大事にしていることだ。

「早めに教室に行つて準備をしながら生

徒と話をする。授業中も『どう考えた？』などと会話する。そして生徒同士がペアやグループで楽しく活動する時間も入れていく。問題の解き方を学ぶだけでなく、参考書を読んで一人でもできます。学校の授業でしかできない教育とは何だろう、と考えていくなかで、『友達のいる教育』を大事にしたいと思うようになりました」

二つ目は、動きのある教材を使い、数学で何をどのように解いているのか「イメージが湧く」ようにすることだ。プレゼンテーション用ソフトで、アニメーション機能を使ってスライドを作成。視覚的に変化する教材を教室のスクリーンに映しながら解説し、生徒には「見て聴いてイメージを養う」ことを求める（フットに写す必要なし）。また、2020年から1人1台タブレットの学習環境が整ったこともあり、グラフや図形を作図して自在に動かせる無料のソフトGeogebraもフル活用。同ソフトで作ったグラフや図形を、生徒が手元のタブレットで数値をいじって変化させたり、指で動かしたりして楽しめるようにもした（下の写真も参照）。

三つ目は、生徒がイメージして学ぶことを繰り返してできる環境を整え、その「継続性のある学び」で理解を深めることだ。具体的には、作った教材を自身のホームページや動画サイトにもあげ、いつでも見返せるようにしたうえで、授業では問題演習や週1回の小テストに生徒がチャレンジ。生徒によっては、解説で聞き逃した点や、数日経って曖昧になった

点もあり、解けない問題が出てくるが、授業中も帰宅後も好きなきに教材を見返せるので、何度でも自分で学び直せるわけだ。結果、「わかった！」という楽しさや自信を生徒が手にしやすくなる。

数学とプログラミングの教科横断授業で楽しむことも

村上先生は情報科の教員免許状もっており、数学や情報の授業で、教科横断の取組も進めてきた。教材に活用して

いるのは、世界中で人気を博すコンピュータゲーム、マイクラフトの教育版（※）。デジタル空間にブロックの造形物を自由に作るゲームだ。教育版にはプログラミング学習機能があり、生徒がタブレットの画面上で「もし」「くなら」「ブロックを」などと書かれた指令パーツを組み合わせていけば、コンピュータに命令を出せる（いわゆるビジュアルプログラミング言語）。

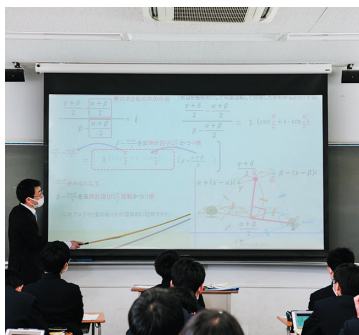
そのゲームの操作方法から、数学の「変数」や「座標」を活用してプログラミング

ングで造形物を作るやり方までを、ここでも村上先生自作の動きのあるスライドを参考に、生徒がゲームを楽しみつつ、友達と学び合いながら習得。これまでにらせん階段やピラミッド、国旗などさまざまな造形物の創造に挑んできた。

授業では、生徒たちが思い思いの場でプログラミングに取り組み、狙い通りのプログラムができたなら、手を挙げて村上先生を呼ぶ。成果をお披露目するときの、生徒の嬉しそうな顔が印象的だった。

動きのある教材による数学の学習

授業中にスクリーンに映した教材は、村上先生のWebサイトにも掲載。生徒は手元のタブレットからも教材にアクセスでき、スライドを見たり、図形をぐりぐり動かしたりすることができる。



内容	操作
1. 計算	計算機（主に1人1台）
2. 図形	図形作成
3. 関数	関数作成
4. 幾何	幾何作成
5. 統計	統計作成
6. 確率	確率作成
7. 微分	微分作成
8. 積分	積分作成
9. 複素数	複素数作成
10. 線形代数	線形代数作成
11. 微分方程式	微分方程式作成
12. 積分方程式	積分方程式作成
13. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
14. 数論	数論作成
15. 代数学	代数学作成
16. 幾何学	幾何学作成
17. 統計学	統計学作成
18. 確率論	確率論作成
19. 微積分	微積分作成
20. 複素解析	複素解析作成
21. 線形代数	線形代数作成
22. 微分方程式	微分方程式作成
23. 積分方程式	積分方程式作成
24. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
25. 数論	数論作成
26. 代数学	代数学作成
27. 幾何学	幾何学作成
28. 統計学	統計学作成
29. 確率論	確率論作成
30. 微積分	微積分作成
31. 複素解析	複素解析作成
32. 線形代数	線形代数作成
33. 微分方程式	微分方程式作成
34. 積分方程式	積分方程式作成
35. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
36. 数論	数論作成
37. 代数学	代数学作成
38. 幾何学	幾何学作成
39. 統計学	統計学作成
40. 確率論	確率論作成
41. 微積分	微積分作成
42. 複素解析	複素解析作成
43. 線形代数	線形代数作成
44. 微分方程式	微分方程式作成
45. 積分方程式	積分方程式作成
46. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
47. 数論	数論作成
48. 代数学	代数学作成
49. 幾何学	幾何学作成
50. 統計学	統計学作成
51. 確率論	確率論作成
52. 微積分	微積分作成
53. 複素解析	複素解析作成
54. 線形代数	線形代数作成
55. 微分方程式	微分方程式作成
56. 積分方程式	積分方程式作成
57. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
58. 数論	数論作成
59. 代数学	代数学作成
60. 幾何学	幾何学作成
61. 統計学	統計学作成
62. 確率論	確率論作成
63. 微積分	微積分作成
64. 複素解析	複素解析作成
65. 線形代数	線形代数作成
66. 微分方程式	微分方程式作成
67. 積分方程式	積分方程式作成
68. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
69. 数論	数論作成
70. 代数学	代数学作成
71. 幾何学	幾何学作成
72. 統計学	統計学作成
73. 確率論	確率論作成
74. 微積分	微積分作成
75. 複素解析	複素解析作成
76. 線形代数	線形代数作成
77. 微分方程式	微分方程式作成
78. 積分方程式	積分方程式作成
79. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
80. 数論	数論作成
81. 代数学	代数学作成
82. 幾何学	幾何学作成
83. 統計学	統計学作成
84. 確率論	確率論作成
85. 微積分	微積分作成
86. 複素解析	複素解析作成
87. 線形代数	線形代数作成
88. 微分方程式	微分方程式作成
89. 積分方程式	積分方程式作成
90. 偏微分方程式	偏微分方程式作成
91. 数論	数論作成
92. 代数学	代数学作成
93. 幾何学	幾何学作成
94. 統計学	統計学作成
95. 確率論	確率論作成
96. 微積分	微積分作成
97. 複素解析	複素解析作成
98. 線形代数	線形代数作成
99. 微分方程式	微分方程式作成
100. 積分方程式	積分方程式作成



数学を活用したプログラミング

奇数の和
 $1 + 3 + 5 + \dots + (2k-1)$ を求めてみよう

初項 1 公差 2 項数 k の等差数列の和であるから

$$1 + 3 + 5 + \dots + (2k-1) = \frac{1 + (2k-1)}{2} \times k = k^2$$

この結果の意味を考えてみよう。kの2乗ということは、

正方形の面積 を表していると考えられる

この結果をブロックを用いて表現してみよう！



目指す形にブロックを積み重ねる手がかりとして、以前に学んだ数学の知識をまずは復習。そのヒントも参考に、生徒たちがコンピュータに計算させる式を考え、プログラミングに落とし込む。

甲南高校・中学校（兵庫・私立）



School Data

普通科／1918年創立
 生徒数（2021年度）1115人（男子のみ）
 進路状況（2020年度）
 大学153人（うち甲南大学78人）・海外大学3人・
 専門学校および各種学校1人・その他24人
 〒659-0096 兵庫県芦屋市山手町31-3
 TEL 0797-31-0551
 URL <https://www.konan.ed.jp>

Outline

創設者・平生飢三郎の「すべて人は皆天才である」という考えの基、知識偏重の画一教育ではない、一人ひとりの個性を伸ばす教育を行うべく創立された。男子校で、教育理念は「世界に通用する紳士たれ」。勉学だけでなく人格形成や身体づくりも重視し、徳・体・知のバランスのとれた学びを目指している。活躍中の人の講演から生き方を考えるソフィア講演会や、高大連携講座などがある。2020年より、中学・高校とも1人1台タブレットの学習環境に。



数学や英語を生徒が好きになるには どうすればいいかを模索して

英語
杉本智昭先生

村上先生と気が合うのは、担当教科を「好きになってほしい」と思っているところ。そのための手立てとして、学ぶべきことを繰り返し学ぶように促し、基礎・基本の定着を目指されているところです。数学でも英語でも、基礎・基本が身に付いていないと、「自分は何もできていない」と感じがちです。それではその教科を好きになれないと思うのです。

「教科」と「社会」をつなげようとして点にも共感します。授業では大学入試にも備えますが、それありきではなく、「社会に出て使うもの」を学んだ結果、受験にも役立つようにしたいね、と話しています。

私が英語の基礎として重視するのは発音。発音とスペル（綴り字）に規則性があることから学ばせ、話す力だけでなく書く力、読む力、聞く力も高めやすいです。社会につながる取組としては、生徒たちが英語の歌を発音にも注意して歌い、撮影し、music videoを作ることなどを行っています。生徒も私も「楽しい」と思えることも大事だと感じています。

中学生の授業を担当したのだが、当初の村上先生の授業のやり方では「数学が好きだな生徒しかつてこなかった」のだ。「受験数学というか、問題の解き方ばかり教えていました。『こうやって解けると

子どもたちから数学が好きで、大学や大学院でも数学を専攻した村上先生は、教員になると、自分が親しんできた数学の楽しさを生徒にも伝えようとした。ところがすぐに壁にぶつかってしまった。

「数学が好きだからぶつかった壁、なぜこの面白さが伝わらない？」

授業ができるまで

授業ができるまで

「そこで気づいたのです。問題の解き方を教えても、数学が苦手な生徒はイメージが湧いていなかったんだと、と。僕自身、大学の数学では、やっていることのイメージがつかめず、苦しんだことがありました。

それは、単発の取組では「その場だけの盛り上がり」で終わる。打開の一手となったのが、プレゼンテーション用ソフトで作った教材だ。視覚的で動きのあるスライドをパツパツと見せていくと、生徒の食いつきが違ったという。

「そこで気づいたのです。問題の解き方を教えても、数学が苦手な生徒はイメージが湧いていなかったんだと、と。僕自身、大学の数学では、やっていることのイメージがつかめず、苦しんだことがありました。

それは、単発の取組では「その場だけの盛り上がり」で終わる。打開の一手となったのが、プレゼンテーション用ソフトで作った教材だ。視覚的で動きのあるスライドをパツパツと見せていくと、生徒の食いつきが違ったという。

「そこで気づいたのです。問題の解き方を教えても、数学が苦手な生徒はイメージが湧いていなかったんだと、と。僕自身、大学の数学では、やっていることのイメージがつかめず、苦しんだことがありました。

それは、単発の取組では「その場だけの盛り上がり」で終わる。打開の一手となったのが、プレゼンテーション用ソフトで作った教材だ。視覚的で動きのあるスライドをパツパツと見せていくと、生徒の食いつきが違ったという。



HINT & TIPS

1 生徒がイメージをつかめるように ICTを使って動きのある教材を作成

村上先生はこの10年で、黒板とチョークの授業から、アニメーションのあるスライドや、シミュレーションできるツールを使う授業にシフト。そのねらいは、問題を解くプロセスや、条件を変えたときの図形やグラフの変化を、生徒がより視覚的に捉えられるようにし、イメージが湧くようにすることだった。

2 いつでも何度でも学び直せるように 教材をインターネットにもあげる

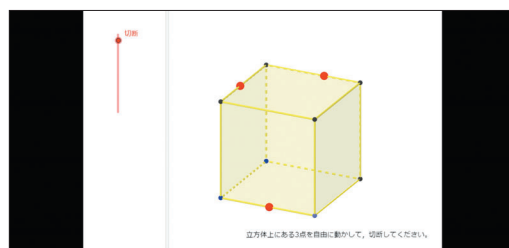
教材をインターネットにもあげる利点は、生徒が好きなきに何度でも見返せるようになることだ。授業でついぼんやりして、理解できなかったことがあっても、質の高い教材がネットにあがっていれば、本人がわかるまで自分で学び直せる。授業についていけなくなって嫌になる、というケースを減らしていける。

3 基礎・基本が身につくように 同じ問題や似た問題を繰り返す

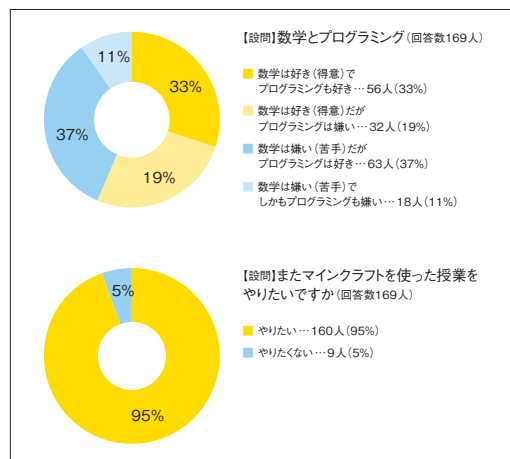
問題演習や小テストでは、以前に学んだものと同じ問題や似た問題を出す。案外、生徒は間違えるもので、理解不足に気づき、復習に向かう。その反復によって学びの定着を図るのだ。反復作業はさほど楽しくないので、「友達と学ぶ環境」や「学び直せる環境」を整え、楽しんで取り組める空気にもすることも重要。

4 生徒が数学を楽しむことができるように 教員自らが楽しそうな数学の活動を探る

数学にどういったツールを組み合わせると、どんなことができるようになるか。村上先生はその試行錯誤を率先して行っている。GeoGebra、マイクラフトのほか、ポケットサイズのコンピュータmicro:bitや、レゴブロックなど。それらのツールを活用した取組についても、ホームページで随時発信している。



GeoGebraで作図した教材。立方体の辺上の3つの赤い点を動かすことができ、3点を結んで立方体を切ると、どんな断面になるかも確認できる。



2021年のマイクラフトの授業アンケート。数学が苦手でもプログラミングは楽しめている生徒も多く、数学への波及効果を村上先生は期待する。

生徒はこう変わる

数学を使った共同作業を
楽しみながら成長していく

「やりたいことに使える数学」や
「楽しみながらやる数学」を発見

—— 皆さんは昔から数学が好きでしたか？ また、村上先生の授業を受けるなかで、ここが伸びたと感じている部分はありますか？

末村「最初、数学は好きでもなかったです。でも村上先生に教わるなかで変数やベクトルとかもイメージできるようになり、今では数学が好きになりました。そこが一番成長したところかな、と思います」

原「苦手なほうに行くのを、村上先生に止めてもらっています。先生の授業のスライドがあるのとなんでは全然違ったと思うので」

後藤「昔は苦手でしたが、今は好きです。スライドやGeoGebraを使って、図形の性質とかも僕らがイメージをつかめるように教えてくれるので、わかりやすいんです。数学が面白くなってきました」

葉山「もともと好きでしたが、おかげで成績も伸びました。授業のスライドがホームページにもあり、自分で何度でも勉強できるので」

—— 数学の勉強が何になるのだろう、と思うことはないですか？

末村「習ったことをそのまま使うことはなくても、今授業でやっている考え方とか、想像力とかは、将来も絶対に使うように思います」

原「先生が授業で逐一『ここで使えるよ』という話もしてくれるので、そのたびに納得しています。僕は生物が好きなのですが、その分野でも数学を道具として使えるようにはなりたいです」

後藤「前に授業でこのテーマを考えました。今では大学受験のためだけでなく、私生活でも数学は使えるんだな、と感じています」

葉山「マイクラフトの授業で数学をより身近に感じるようになりました。数学が趣味、と言うと変かもしれませんが、社会人になっても、楽しみながら数学をやっていきたいな、と思っています」



左より、2年生の末村長太郎さん、原 啓馬さん、後藤源六さん、葉山直輝さん

いつでも見返せる動きのある教材を使い、友達と一緒に学び合う。その実践によって起きた変化のなかで、村上先生が一番嬉しかったのは、「生徒がみんな楽しそうに授業を受けるようになった」ことだ。中学生から持ち上がりで教えている今の高校2年生は、模試の結果も例年より少し良い。その成績以上に村上先生を喜ばせたのが、「模試のアンケート結果で、数学の勉強時間が増えた」ということだ。生徒と数学の距離が縮まったことの一つの証と思えたからだ。

「幾何や空間認識力が必要だと思った。想像できないと、プログラムを作れない」「関数の実用性を知れた。ゲームという楽しいものを用いたから集中できた」「面倒くさいと思っていたけれど、作れば作るほど自慢できて楽しいし、作って建てる」と実感の湧くのでとても良かった

「一度だけ行う教科横断授業ではなく、継続性のある活動ですね。例えば数学を使ってプログラミングをしたりアートを生み出したり。生徒が楽しいと思える取組のなかに『数学の活動』が自然に入っている。そのようなカリキュラムや教材を作っていきたいです」

「プログラミングに興味をもった」「助け合えないとミスに気づかない。コミュニケーションが大事」「センスと意見を出し合う力が必要」

数学やプログラミングの有用性や楽しさを生徒が味わい、その活動を仲間と一緒にやることの醍醐味まで感じてくれた。そのことが、村上先生は嬉しかったという。今後、村上先生としては、教科横断的なSTEAM教育のカリキュラムづくりをさらに進めていきたいという。



思い描いている授業のあり方

目指す
生徒像

- ・数学が好きになる
- ・教科横断で数学も使うような取組を、一人ではなく、仲間と協力して進める
- ・社会に出てからも、情報の読み取りや分析、表現や創作などのために数学を活用する



数学の授業

継続して
活用する

・学んだ数学の知識や技能を、問題演習や小テスト、教科横断の取組などで繰り返し活用する
・わからないことがあれば、インターネットにあげた教材を基に、生徒が自分で何度でも学び直す

イメージを
養う

・アニメーションのあるスライドを見たり、シミュレーションができるツールで図形やグラフを動かしたりして、数学で何をどのように解いているのか、きちんとイメージしながら学ぶ

他の教育活動や社会とのつながり

・数学と情報の両方の教員免許状をもっている強みを生かし、数学を使ったプログラミングの教育を推進

・教科指導でも部活動指導でも、「やらせる」のではなく「好きだから自分でやりたいくなる」場づくりを重視