

2次関数の音を聞こう！

愛知県・南山国際高等学校 勝野元薫



1. はじめに

高校新課程が始まろうとする今年の2月23日(日)、南山高校(名古屋市昭和区)を会場にして、愛知私学のビッグイベントの1つ“第10回授業改革フェスティバル”(授業フェス)が開催された。

校庭いっぱいになスカの地上絵を描いて、熱気球に乗って上空から眺める取り組みや、邪馬台国がどこにあったかを社会科と数学の2つの立場から迫る実験の授業など、公開授業、レポート報告、教材や生徒作品の展示など全部で794の企画・発表に、教師・生徒・市民・父母たち1,000人以上が集い、朝早くから夕方までにぎわった。

2. 公開授業は新課程の内容で

数学の公開授業を企画・準備したのは、授業フェス実行委員会に参画する数学教科懇談会の事務局であった。テーマを『新課程の授業研究』と決め、数学基礎では教科書執筆者による授業を、数学Iでは若手教師による“2次関数の授業開き”を追究することになった。

数学基礎は、秋山小南先生(実教出版『数学基礎』の著者)に公開授業をお願いすることができた。

過去3回の公開授業は『モンティホールジレンマ』など、確率の話題をテーマにした若手教師2・3人による寸劇あり、実験あり、作業ありで、“数楽の授業”として成功させることができた。

「ネタは準備します」の案内が功を奏して、授業者の立候補はあったものの、“2次関数の授業開き”となると楽しく展開できそうなネタがない。授業予定者と雑談するうちに思い出したのは、盲学校での“自然落下”の授業で、まずタイトル『2次関数の音を聞こう』が決まった。

3. 授業『2次関数の音を聞こう』ができるまで

初めに、次のようなあらすじを提案して、事務局会議で検討を重ねることにした。

- ① 発問1：長いヒモに等間隔に鈴をつける⇒ヒモの先端を床に付け、タテにまっすぐ伸ばして自然落下させる⇒このとき、鈴の落下音は等間隔で鳴るか？
- ② 発問2：鈴の落下音が等間隔に鳴らないと考えるならば、鈴をつける間隔はどうすればよいか？
- ③ 議論：等間隔派、非等間隔派Ⅰ、非等間隔派Ⅱなどによる、論拠の発表と討論。
- ④ 実験：実際に、等間隔に鈴をつけたヒモ、非等間隔に鈴をつけたヒモを準備して、自然落下の実験をして聞き比べる。
- ⑤ まとめ：簡単に2次関数のことを学んだあとで、(熱気球を利用するなど)校舎外で大がかりな実験をする。

日常の授業と違い、明日の授業はない。50分という短い時間にすべてをおさめ、完結させなければならない。ゆっくり議論をしたり、当日、生徒から出る意見に即応した教具(鈴つきのヒモ)を、その場で作っている時間的な余裕はない。

鈴つきのヒモは、等間隔のものと、非等間隔なものとして“1:2:3:4…”、“1:3:5:7…”そして“1:2:4:8…”のものを準備することにして、“1:3:5:7…”に軍配が上がる授業展開を考えること、また、2次関数は“ $y = x^2$ ”に限ることとした。

続く予備実験で暗礁に乗り上げた。教室の床から天井までは2.5mほど、自然落下でおよそ0.7秒、この、まばたきするような短い時間に落下音が5回。その上、はね返りの音も混じっていて、“2次関数の音”までには、高いハードルが残されている。

それでも、後戻りはできない。鈴を、単なる重り

に替え、MCR（マイクロカセットレコーダー）に録音し、スロー再生して聞き比べることにして、授業展開を練った結果授業者は3名、博士と助手2人（少々お間抜けなノビ太君とクールなワトソン君）が“等間隔に聞こえる音”の実験をする、生徒は、寸劇を眺めながら（もちろん意見発表をして）学びに参加する展開にした。

4. 授業本番

博士：君たち、音が等間隔に聞こえるようにするには、重りはどのようにつけたらいいのかな？

ノビ：はい、博士。もちろん重りは等間隔につけま

す。

博士：ノビ太君、ホントに等間隔でいいのかな？

ノビ：もちろんです、ダン・ダン・ダン・ダン・

ダンと等間隔に聞こえるはずですよ！

ここで、生徒にワークシートを配付し実験開始。ワトソン君が教卓に上り、重りつきのヒモを天井から下げる。教室中の瞳が一点に集中する。「ダッ・ダッ・ダッダッダッ」音は一瞬に凝縮されている。ここで、MCRが登場「ダン・ダン・ダッ・ダッダッ」と間隔は短くなっている。

博士：（等間隔だと言いつつもノビ太を押さえて）重りのつけ方は、等間隔ではダメなようだね…。

ノビ：博士，“1:2:3:4…”かも知れないと思います。

博士：ワトソン君、君の意見はどうかかな？

ワト：博士、私は重りの間隔を“1:3:5:7…”のよう

にします。

ノビ：はい、博士。ワトソンが奇数なら、私は偶数の間隔“2:4:6:8…”にしたいと思います。

博士：ノビ太君，“2:4:6:8…”も“1:2:3:4…”も同じじゃないか、よく考えなさい。

ところで、生徒の皆さんは、どんな間隔にしたいと思いますか？

授業はテンポよく流れ、さっきまでニコニコと寸劇を眺めていた生徒たちは、真剣な顔でワークシートに書き込みを始める。3人の授業者は、生徒たちと言葉を交わしながら机間巡視する。いよいよ、生徒の意見発表である。私たちの期待通りの仮説が、提案される。

生徒：重りの間隔は“1:2:4:8…”と思います。

準備した3種類のヒモを順に落として、MCRの

スロー再生で落下音の間隔を聞き比べる。クラリネットを練習しているという生徒が“1:3:5:7…”だと主張するものの「もう一度聞きたい」との意見が多く、スロー再生で、もう一度聞き比べる。

ほとんど全員が“1:3:5:7…”に賛同し、まとめに入る。まとめは、あっさりしたもの…

ワト：重りの間隔が“1:3:5:7…”なら、床から重りまでの高さの割合は“1:4:9:16…”つまり、

“ $1^2:2^2:3^2:4^2\dots$ ”です。床からの距離 y と、床に落ちるまでの時間 x の関係は、“ $y=x^2$ ”と表せるのです。

最後は、吹き抜けの階段に移動して11m余のヒモで実験。計算上は、1.5秒に6回の落下音がするはずである。240回/分のピッチで電子音を流して、耳慣らしをしておく。「ダン・ダン・ダン・ダン・ダン・ダン」の音に拍手が湧き上がって授業終了。参加者の感想は、私たちを元気付けてくれる。

ドラマっぽくて、おもしろかった。いま、授業で2次関数をやっているのでも、“ $y=x^2$ ”がどうやって成り立つのかが、よくわかった。廊下に出て実験したのが楽しかった。(女子)

2次関数を、どうやって音で聞くのかなと思ってはいたけど、やってみて納得した。関数とか2次方程式とか聞くといやになるけど、こんなふうにと考えると、数学も楽しくなる。(女子)

音が等間隔で聞こえるようにする方法は知っていたが、実際に聞くことができるとおもしろかった。教育テレビで見ているようだったので、テレビでは伝えられないこともしてほしかった。(男子)

授業には《ゆさぶり》と《意外な展開》、そして《仮説》から《検証》という流れが大切。(教師)

“ $y=4.9x^2$ ”を扱うと思っていた、“ $y=x^2$ ”の範囲での《実験》⇒《納得》の展開で、よい結果になったと思う。(教師)

生徒たちの、実験をする時のまなざし、わかった時の驚きと喜びの顔。教科書だけでなく、実験も大切だと実感した。(教師)

授業者3人のキャラクター、軽妙なやり取りがよかった。次第に実験が大規模になり、3階からの落下実験のラストシーンには感動した。(市民)

『2次関数の音』読者の皆さんには、どのように聞こえますか？