

1. 単元名 琵琶湖疎水の形を考えよう

2. 単元目標

- ・琵琶湖疎水の歴史や経緯を理解し、水路についてまとめることができる。
(知識及び技能)
- ・理想的な水路の断面形のモデルを考え、それとは実際の形と異なる理由について考察できる。
(思考力・判断力・表現力等)
- ・他者と相談したり、ネットで調べたりすることで、最適なものを求めようとすることができる。
(学びに向かう力・人間性等)

3. 単元について

(1) 教材観

本校には川が近くにあること、グラウンドが離れていること、そして、大津市内には琵琶湖疎水という名所があることを題材にした。近くの川とグラウンドをつなげる水路を作るために、琵琶湖疎水から学ぶ流れになる。他方で、水路の形を数学的に求める。そこで考えた数学的に理想な水路が実際の水路と少し異なっていることが、生徒たちに現実で起こりうる影響にどのように対策すべきなのか考えるきっかけになる。

(2) 生徒観

本学級は、本校で偏差値が高めの理系である。しっかりと計算する力や物事を深く考えることができる生徒が多く集まっている。そのため、理想的な水路の形を求める数学の問題（2時間目）の結果と現実世界では異なることが、ほかの要因でそのようになっているという理由を吟味し、別の案を考えることができる。

(3) 指導観

水路の形を考えようとする、想像の域しか出ず、なかなかどんなものが良いのか考えるのは難しい。そこで、琵琶湖疎水の形を参考にする。また数学的に求めたものと異なっている理由に触れることで想像がしやすくなる。土砂の理由なのか、水路の材料の理由なのか、その他理由によって実際の琵琶湖疎水ができていからである。それを学んだあとで、水路の形を考える際に実際に起こる影響を多少考慮しやすくなる。

(4) ESD との関連

ESD との視点 (見方・考え方)

相互性：過去の人が残してくれたものが今の私たちの生活を支えているということ。

多様性：一つの要因に着目するだけでなく、ほかの要因もたくさんあるということ。

連携性：グループでおのおのの力を合わせて一つの発表をする。

本学習で育てたい ESD の資質・能力

批判的に考える力：数学的に求めたものが現実と異なる理由を考える

多面的・総合的に考える力：多種多様な影響を考え、最適な水路の形を考える。

本学習で変容を促す ESD の価値観

世代間の公正：今の生活は、過去の人が作ってくれたものでできている。

人権・文化を尊重する：建造物の形には文化的な側面がある

関連する SDGs

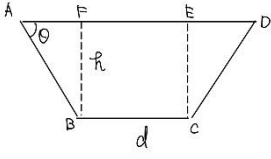
6 安全な水とトイレを世界中に

11 住み続けられるまちづくりを

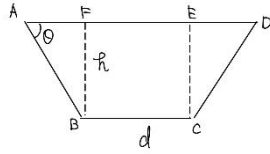
4. 単元の評価規準

ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組み姿
①琵琶湖疎水の経緯や必要性をわかっている。 ②水路を作る際に考慮する影響を知っている。	①多面的に影響を考えて、理想的な水路を考えている。 ②自分が考えたモデルを人に説明している。	①記念館で得たことを分かりやすくまとめている。 ②グループ内で積極的に議論を深めている。 ③必要な情報を意欲的に調べている。

5. 単元の指導計画 (全 10 時間)

学習時間	学習への支援	評価
<p>1. 比叡山学校の横に流れている川の水を、学校から少し離れている穴太グラウンドまで通したい。どんな形の水路が理想的だろうか。</p>	<p>単なる円形なのか、それとも長方形なのか、他の形なのかを想像させる。ネット調べてもよい。</p>	<p>ア①ウ①</p>
<p>2. マニングの公式</p> $v = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{S} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$ <p>(v:流速, n:マニング係数, A:水路断面積, S:潤辺(水が接する部分の長さ), I:水路勾配)</p> <p>上記の水路の計算式が実際にあることを伝える。その上で水路が台形だと仮定して、水の速度が最も速くなる台形の形を求める。</p>	<p>実際の開水路の底の形は逆台形になっていることが多く。潤辺の大きさ、すなわち、$AB + BC + CD$ が小さい方が良いことに触れる。数Ⅲを用いて、理想的な逆台形を求める。* 1</p> 	<p>ア②イ①</p>
<p>3. 琵琶湖疎水の第一トンネルの断面を考える。三井寺付近にある琵琶湖疎水について、水で見えない部分を想像する。</p>	<p>単なる円形なのか、それとも長方形なのか、他の形なのかを想像させる。ネット調べてもよい。</p>	<p>ウ③</p>
<p>4~6. 琵琶湖疎水記念館に訪問して、琵琶湖疎水の経緯や必要性を学び、実際に断面の形を聞きに行く。* 2</p>	<p>実際にいろいろな資料を見に行く。想定した逆台形ではないのはなぜなのか、水路の形がなぜこうなったのかを考えたい。</p>	<p>ウ①③</p>
<p>7~9 穴太グラウンドに水を通すのに、どんな水路が一番よいのか、グループで考える。</p>	<p>土の影響や材料の問題などを、琵琶湖疎水で学んだことを生かして考えさせたい。現在の技術なら、もっと良いものができるかもしれないと考える。</p>	<p>イ①ウ②</p>
<p>10. グループで作ったモデルを発表する。</p>		<p>イ②</p>

* 1) 逆台形の底辺を d 、高さを h 、側面の傾斜角を θ とする。また台形の面積 S を固定した上で水が最も流れやすい θ を求める。



右図より、 $S = \left(2d + 2\frac{h}{\tan\theta}\right) \cdot h \cdot \frac{1}{2} = \left(d + \frac{h}{\tan\theta}\right)h$ より、
 $d = \frac{S}{h} - \frac{h}{\tan\theta}$ である。 $L = AB + BC + CD$ とおくと、

$$L = d + 2\frac{h}{\sin\theta} = \frac{S}{h} - \frac{h}{\tan\theta} + 2\frac{h}{\sin\theta}$$

$$= \frac{S}{h} - h\frac{\cos\theta}{\sin^2\theta}$$

よって、 $\frac{dL}{d\theta} = -h \cdot \frac{-1+\theta}{\theta^2}$ より、 $\frac{dL}{d\theta} = 0$ すなわち L が最小となるのは、 $\theta = 60$ 度

<https://cattech-lab.com/science-tools/uniflow-rate/> CAE 科学技術計算のためのオンライン計算ツール

* 2) <https://biwakososui-museum.city.kyoto.lg.jp/> 琵琶湖疏水記念館 HP