

1年数学 探究の時間V どんな実験をするか？

2020年6月

1 砂をパラパラと振りかけると・・・

今日は、はじめに、不思議な現象をみてみましょう。
底に穴があいている箱を用意します。



写真1：底に穴のある箱

この上に砂をパラパラと振りかけます。



写真2：砂をふりかける

どンドン砂をかけると、最後にはこういう形で落ち着きました。



写真3：こんなことになりました

2 この不思議な現象の秘密は？

今日の目標は、どうしてこういう現象が起こるのかを考える事です。

「考える」というのは、天井をにらんで考えるふりをするわけではありません。このシリーズの授業は「考える」とはどういうことか毎回少しずつ体験をしてもらってきました。

今日の問題はあれこれ理屈をこねくりまわすのではなくて、何が起きているか、実験をして真実に迫っていく方法を学びます。

この不思議な現象の原因を探る実験を考えよう！

3 何を考えるか？

生徒A：「最初はゴール！」でしたね。

「この現象の原因を探れ！」ってとこだな。

生徒B：「ゴールから逆算する」んでしょ。

生徒C：何をどう考えていいか全然わかんない！

生徒D：「まず具体化！」だったっけ？

先生T：そうそう。よく覚えていたね。

「まず具体化」ですが、全然わからない時は
「登場人物の確認」

をしましょう。

どこから手をつけていいのかわからない

というときは、その現場で何が起きているのか・・・というこの理解が十分でない時がほとんどです。

生徒A：登場人物って何だ？

生徒B：登場するのは・・・「箱」！

生徒C：「箱」っていっても、壁がひとつない。

生徒D：「穴」も開いてる。

先生T：じゃあ、これらのうちの「何が」形に影響してるかな？

生徒A：まあ、穴は確かに、これないとうちはならない。

先生T：というわけで、例えば「穴」がどういう作用をするか、そこは実験してみないとわからないよね。

先生B：じゃあ、穴をふさいでやってみるとかするわけ？

生徒C：おもしろそう・・・！

生徒D：「壁」がない箱だけけど、壁をつけたらどうなるかもやってみよう！



写真4：壁を作ってやってみる

生徒A：おお～・・・すり鉢が！

生徒B：壁がないと・・・

まいた砂は壁のない辺からこぼれて落ちてる.

先生T：この壁がない辺, 砂にとっては「崖」ですね.

生徒C：じゃあ、3方の壁もか？

生徒D：この箱の形の四角ってのはどうかな？

先生T：本当は、無限に広がる平原で、

無限にある砂をばらまく.

だけど、今はちょっと制限されている

とを考えてください.

この実験結果から理想状態を予想する・・・

気になるならそのための実験を考えてみて

生徒C：じゃあ、壁をとった状態でやってみようかな

生徒D：四角錐ができる・・・

崖が四方にある感じ・・・

先生T：いろいろな要素があるときはね、

ちゃんとリストアップして一つ一つの影響を

確認する実験が必要だね・・・

4 考えるべき要素は・・・

結果に影響を与えるのは

穴 と 崖

の2つでしょうか・・・

条件は分割せよ だから

2つの要素について、単独でどんなことが起こるかやってみましょうか.

要素	実験1	実験2
穴	なし	あり
崖	あり	なし

表1：条件コントロール表

4.1 実験1

穴をふさいで、崖だけの状態で何が起こるかやってみましょう.



写真5：穴なしで崖だけ(1)



写真6：穴なしで崖だけ(2)

生徒A：へー・・・平らな斜面だ・・・

生徒B：砂粒は崖に垂直に、

まっすぐに落ちていくね

先生T：これね、壁が無くて広ーい砂漠で、

こんな崖があって、砂がさらさら落ちていく場合はどうなるのかな？

生徒C：平らな斜面が広がるんだろうね.

生徒D：無限に多くの砂が落ちてくるとなると、砂の高さもどんどん高くなる.

生徒 A：無限に広い砂漠に、無限に走る崖があると
 平らな斜面がどこまでも続く・・・
 先生 T：というわけで、壁の影響を考えた人もいたけど
 壁についての条件はとりあえず考えなくてもいい

4.2 実験 2

崖なしで、穴だけの状態で何がおこるでしょうか？



写真 7：四方壁で崖なしで穴 1 つ



写真 8：穴だけの結果 (1)



写真 9：穴だけの結果 (2)

生徒 C：丸くなった・・・
 生徒 B：砂粒が穴に向かって落ちていく・・・まっすぐ・・・
 生徒 D：これ・・・壁がなかったら・・・
 生徒 A：砂の振りかけ方で、一番高いところがデコボコだ
 けど、無限に、均等に、砂が降れば、平らになる
 んだろう
 生徒 D：すり鉢状の斜面がどこまでも続く・・・
 穴までの深さも無限

4.3 2つの実験からわかること

崖や穴があるところに上から砂をばらばらと降り注ぐ実験をしてきたけれど、無限に広がる砂漠のあるところに突然に崖ができたか穴が空いたりする状況を考えてもいいかもしれません。

無限に広がる砂漠のあるところに突然穴ができたとしましょう。突然できた穴に向かって砂がどんどん落ちていき、蟻地獄の巣のようなすり鉢状の形ができるでしょうね。そのときに、砂が穴に落ち始めたときに、最初に小さなすり鉢だったものが時間が経つにつれてすり鉢の縁が大きくなっていくと想像することができますね。

穴ができて、穴に向けて吸い込まれていく砂の流れの斜面ができます。その斜面のフロント部分がすり鉢の縁となっていると考えられます。

時間の経過とともに、その斜面のフロントが前進していきますが、その斜面のフロントとなるすり鉢の縁の点は、穴からの距離が等しい点となるはずだから、斜面のフロントが作る形が「円」になるのは当然のことかもしれません。

無限にヒロガウ砂漠のあるところに、無限に続く直線状の崖が突然できたと考えたとしても同じように考えることができますね。

崖から砂がどんどん落ちていって、落ちる砂の流れができます。砂の一粒ひとつぶは、できた崖に対して垂直な方向に落ちていくのでしょうか。どんどん砂が崩れていくにしたがって、崖のフロント部分は崖からどんどん離れて進んで行くことでしょうか。このようにして、砂の流れていく斜面とその斜面のフロント部分ができていきます。その形は、崖に平行な直線となりますね。

実験 1 の結果も実験 2 の結果も、同じような原理で説明が可能であることがわかりましたね。

5 次の実験は？

2つの実験の結果を心に留めて、最初の現象(写真 3)を振り返ると、何か新しいことがわかるのでしょうか？

生徒 D：斜めの平らな斜面にすり鉢ができる。
 平らな斜面は「崖」によってできたんだね。
 生徒 A：すり鉢は「穴」でしょう・・・。
 生徒 B：でもさあ、このすり鉢は丸くない・・・？
 すり鉢の縁がくると丸まらない・・・。
 生徒 C：無限に砂が降り続いたら、丸くなるかな？
 生徒 D：どんどん広がっていきそうな勢いだけどな。
 先生 T：穴一つだと、多分丸いすり鉢になるんだけど
 すり鉢の形が違うのは、崖の影響みただね
 生徒 A：そうか・・・崖があるから、形が崩れる？・・・

結果に影響を及ぼしそうな原因として「崖」と「穴」について、それぞれ単独で存在する場合にどのように結果に影響するかが少しわかってきました。

解明したい現象は「崖」と「穴」の両方がないと起こらないということも予想できそうです。

ここまでの実験ではただ一つの要因が及ぼす影響を確かめたのですが、2つの要因がどのような影響を及ぼし合うのかを考えなければなりません。

6 二つの要因が及ぼし合うこと

実験をするときは、できるだけ簡単な条件のもとで何が起こるかを考えるのが定石です。

今考えていることのゴールは、「穴と崖の相互影響」ですが、穴と崖、単独での結果はちょっと違っているようです。

そこで、2つの要因の相互作用を調べるときは、似たような二つの相互作用を調べる事から始めましょう。

6.1 崖と崖の相互作用

崖が2つある状況を考えてみましょう。

2つの平行な崖ある場合を考えましょう。本当は無限に続く平行な崖を考えるのですが、実験をするためにはしょうがないので、細長い長方形を作りました。



写真 10：四方壁で崖なしで穴1つ

実験をする前に、どんなことが起こるか、ちょっと予想してみましようか。

生徒 A：条件は分割せよだからね・・・

こっこの崖に垂直方向に砂粒はまっすぐころがり
この崖から斜めに斜面が伸びるでしょう・・・

生徒 B：別の崖でも同じことが起こるでしょう・・・

生徒 C：ということは・・・どうということ？・・・

先生 T：じゃあ、やってみようか・・・



写真 11：平行な2つの崖(1)



写真 12：平行な二つの崖(2)

予想通り、1つの崖から斜面が伸びていきます。それに平行なもう1つの崖からも斜面が伸びていきます。2つの崖があると、2つの斜面ができて、2つの斜面が出会う所が峰となっています。直線ですね。

長方形の短い辺からも斜面が伸びてきますが、今は平行な2つの崖が無限に伸びている状況を想定しているので、上に述べた2つの斜面と1つの峰がまっすぐ伸びていくということのようですね。

2つの平面がぶつかってできる「峰」は、崖が2つあったからこそできたものなので、これこそが2つの崖が互いに及ぼし合う相互作用の結果とみて良いでしょう。

生徒 D：この峰は、二つの崖の真ん中だね・・・

6.2 穴と穴の相互作用

生徒 A：まるが2つだね！

生徒 B：ポンタの目みたいになるんじゃない？



写真 13：ローソンプンタ

生徒 C：まあそうだんろうな・・・



写真 14：穴2つの箱



写真 15：穴2つ(1)



写真 16：穴2つ(2)

生徒 B：予想通りっぽいんだけど・・・

生徒 A：どうしたの？

生徒 B：真ん中に線が入るんだけど・・・

生徒 A：まあ、二つの穴を中心とするすり鉢の縁がぶつかる
ところだろう

生徒 C：まっすぐじゃないんじゃない？曲がってる。



写真 17：すり鉢の縁のぶつかる場所

生徒 D：もっといっぱい砂まいてみよう！



写真 18：すり鉢の縁のぶつかる場所



写真 19：すり鉢の縁のぶつかる場所

生徒 A：穴を中心とするすり鉢の縁は基本丸いが
穴と穴の間の縁は、丸いとは違うかもね

生徒 B：砂が落ちるのを見てたけど・・・

穴と穴の間の砂は、落ちる場所が2つある
2つの穴の右とか左側は、1つの穴だけに落ちる
縁の高さが低くなっているよね。
高低差を考えると直線ではないけど
真上から見ると確かに直線かも

先生 T：こんな図を今まで見たことないかな。

生徒：・・・

生徒 D：見たことあるかもしれない・・・
中学校のとき・・・

生徒 B：・・・ひょっとして、あれ？・・・

生徒 C：なんでこんなところに？・・・

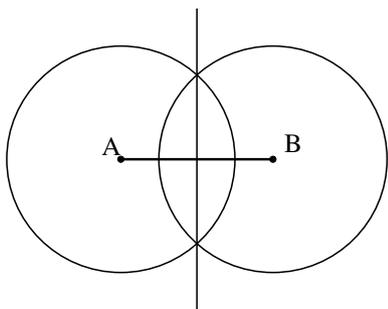


図1：思い出した図

生徒A：ああ・・・垂直2等分線の作図・・・

生徒B：これだよな。

生徒C：これどう関係あるの？

先生T：今考えている砂の問題と、中学校のときのこの図が似ている・・・というように、

全然関係のない2つのものを関係づけるってというのは、とっても大事な精神作用だね。ところで、この作図については、関連して思い出すことは何かな？

生徒D：コンパスで作図する

生徒A：高校入試にでるから覚えた・・・

生徒B：・・・

先生T：これは何かを目的として、

その目的を達成するために

こういう作図をすることでできること

そして、その理由・・・

なんてことを勉強してきて欲しかったもの・・・

生徒D：・・・

7 作図の意味

これは

線分 AB に対して、

- 同じ幅のコンパスで、
- 2点 A, B を中心とする円を描き
- その交点を結んだ直線

という作図をしたものです。

このようにして作図すると何がどうなっているのでしょうか？

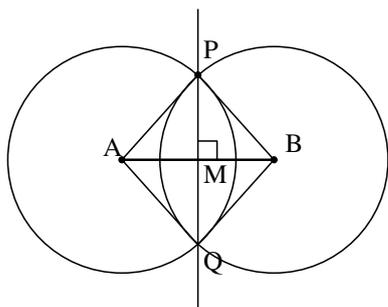


図2：作図の意味

上のような作図をするとき、2円の交点 P, Q がとれます。そうすると、四角形 PAQB を考えると、4つの辺の長さが全て等しいので、

四角形 PAQB はひし形

となります。

ひし形というのは平行四辺形なので、その対角線は互いに中点で交わります。

またひし形の対角線は垂直に交わりますので

直線 PQ は線分 AB の垂直2等分線

となるのです。

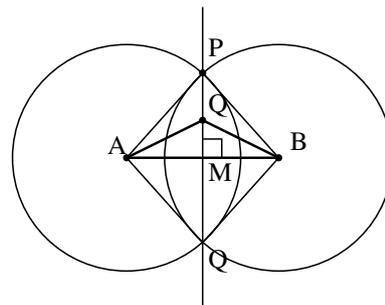


図3：線分 AB の垂直2等分線の意味

さらに、この「線分 AB の垂直2等分線」上の任意の点 Q をとるとき

$\triangle QAM$ と $\triangle QBM$

を考えると、

辺 QM は共通

$\angle QMA = \angle QMB = 90^\circ$

なので、この2つの三角形は合同な直角三角形となり、対応する2辺の長さは等しいので

$QA = QB$

が成り立ちます。

8 何か気づきますか？

生徒A：垂直2等分線の作図方法ができればいいのかと思っていただけ、垂直2等分線上の点がそういう性質を持っているなんて習わなかった。

生徒B： $\triangle PAM$ と $\triangle PBM$ が合同になるから、点 M が線分 AB の中点になるんだと思ってた。そうすると $\angle PMA = \angle PMB = 90^\circ$ だし・・・

先生T：ああ、そう考えてもらってもいいよ。

いずれ、そうだとすると、垂直2等分線上の点 Q はやっぱり $QA = QB$ だからね。

生徒B：1つの穴によってできるすり鉢ともう一つの穴によってできるすり鉢が会ってできる峰は、2つの穴までの距離が等しい点なのですね。

生徒D：2つの崖のときにできる峰は2つの「真ん中」だったけど、これも、2つの崖までの距離

が等しい点と考えることもできますね。

先生 T：これまでの実験では、「穴」と「崖」との影響は全く異なって見えたのですが、共通の見方ができるということですね。これはちょっと面白いですね。すごい！

9 いよいよゴールへ近づける？

それでは、いよいよゴールの「穴」と「崖」のできる峰の形が考えられるようになりました。

まず、崖があると、砂粒は崖に垂直な方向にまっすぐに落ちていき、その結果平らな斜面ができます。

次に、穴があると、砂粒は穴に向かってまっすぐに落ちていき、その結果まるいすり鉢状の形ができます。

崖によってできる「斜面」と穴によってできる「すり鉢」が出会うところは・・・

生徒 C：崖までの距離と穴まで距離が等しい点なんですか？

生徒 D：まあ、話の流れからするとそうなるわな・・・

先生 T：どうなるか、ちょっと別の作業をしてみましょうか・・・

点 F が穴の位置、直線 l が崖です。小さいものから同心円を数えていくと、点 F からの距離がわかります。また、直線 l から横線の数を読めば、崖からの距離がわかります。

点 F からの距離と崖 l からの距離が等しい点をとっていくと、次の図のようになります。

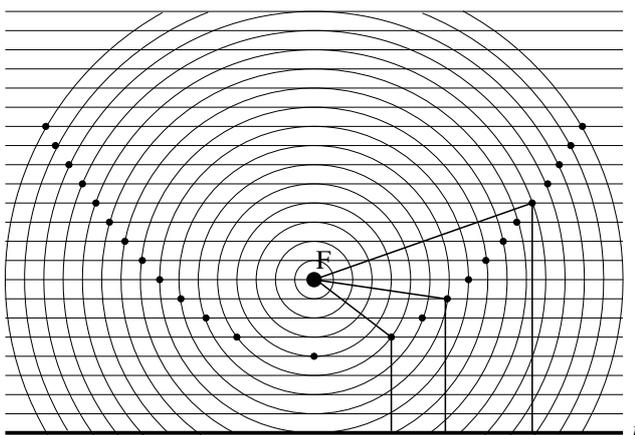


図 4：穴 F からの距離と崖 l からの距離が等しい点

10 ひとつわかると・・・

最初に見た現象（写真 3）の形は、このような形だったんだね。

最初の疑問は解決されたけれども、こうやって分析的に考えられるようになると、次々と新しい疑問がわいてきます。

10.1 たとえば (1)

平行な 2 つの崖の場合は、崖と崖の真ん中に嶺ができましたが、平行でない場合にはどうなるのでしょうか？

条件をできるだけ単純化するために、無軍に長い崖を考えると、写真 11 では、長方形の短辺と長辺でできる斜面がぶつかる部分は詳しく考えてきませんでした。これはいったいどういう形なのでしょう？

もう少し一般的な状況として、直角ではない角度で交わる 2 つの崖から延びる斜面のぶつかる嶺はいったい何なのでしょう？



写真 20：平行でない 2 つの崖の相互作用？



写真 21：三角形に砂をばらまくと・・・

10.2 たとえば (2)

崖が直線ではない場合はどうなるのでしょうか？

例えば、円盤に一つの穴をあけたものに砂をばらまいた場合、「円形の崖」と「穴」がつくる嶺は、どういう形なのでしょう？

実際に実験してみるとこのようになります。



写真 22：平行でない2つの崖の相互作用？



写真 23：これは何？

さて、この曲線は何でしょうか？

自分で新しい「問い」をたてて、考えて、実験をして、誰も知らないことを解明しましょう！

11 生徒感想

●今回の実験を通して、「条件は分割せよ」という言葉の意味と重要さを知ることができたと思う。また、それぞれ分けた後に共通点を探すなど、自分のももとの知識をそのまま使うのではなく、自分で考えることがとても大変だった。私は何と何によってこの現象が起きているのか？多角的な視点で物事を考えることが苦手だと改めて実感した。なので、これからはただ計算を解くだけではなく、文章題の問題を解くなどして思考力や重要な点を自分で探す力をつけていきたい。そして、今回の実験の経験を、これからの授業や日常生活で活かしていきたいと思った。また友達と協力して実験することで自分では考えることのできなかつたことや、話し合っただけで新たな考察をすることで勉強になることが多かったでの、分からないことはもちろん、分かったことも友達の意見を聞きながら、さらに違う視点で物事について考えられるようになりたい。

●今回の授業では、ただなんとなく実験をするのではなく、予想⇒実験⇒考察のように、考えながら実験をしていくことの大切さを学びました。意図もなく実験をするのは、意味のない行為だとわかったので、これからの実験をするときはなぜその実験を行うのか言えるような実験をしていきたいと思いました。そして、実験は条件を分けながらすることが大切だと学びました。沢山条件が混ざって

いては、何がどのように結果に結びついているのかわからないので、条件はできる限り分割して実験をしていきたいと思いました。グループで実験しているときに交流が少なく、実験をする意味を理解していなかったのが良くなかったと思うので、これからはコミュニケーションをとりながら実験したいです。

●今回は砂を使って穴に落ちると、どうしても  形になるのかを考えるものだった。初めは意味が分からずぼーっとしてしまっていたが、実際にやってみることで意味が分かった。何回か繰り返しやってみたところ、なぜこうなるのかが気になり、いろいろと条件を変えてやってみた。たとえば、穴を埋める、壁をなくす、角度を変える等だ。しかしやってみても私は何も分からなかった。先生からの助言を参考に行ってみた。少しずつではあるが解決の糸口が見つかっていくような気がした。最終的には、なぜこうなるのかという答えは出せなかったが、自分なりにゴールはくぐれたと思う。考えることは難しいが、それが成功したときは大変心地よいものだ改めて感じさせられた。

条件を変えながら砂を落として、そのできる形を考える実験はおもしろかった。2つの穴があったり、崖ができるときには中学校で習った2等辺三角形の作図や垂直2等分線の作図と同じことが成り立ち、おもしろいと思った。どんなに大量の砂を流し込んでも最後には全て同じ形になり、あり地獄のようになった。改めて数学はいろいろなものの積み重ねだと思った。

●普段の授業は教室で行われていたが、今回の授業は物理室でいつもより本格的な雰囲気だったのでやる気が起きた。実験をしていく中で、自分で考えたり班員の意見を聞いたり、他の班の考えを参考にしたりしてできたので、考えたりする力をこの授業を通して鍛えることができたと思う。実験で砂が落ちる現象を様々な視点から見て、考えて、実際に行動する流れは、数学だけではなく、生活していく中での様々な場所や時に必要だと思った。「穴があるんだから、そりゃあ砂は落ちるだろう」で終わりにしないで「どれがどうなったから砂は落ちたのか」「何が砂をおとしているのか」と原因・要因を考えるのはとても大事だと思った。変化が起きる起きないをおく観察して「だったらここをこうすればこうなるんじゃないか」と考えてできたところはよかった。授業で学んだことを今後の生活や数学だけでなく様々な場所で活かしたい。

●今回のモデルのポイントは崖と穴の2つということが分かった。崖が1つあると斜面を作り、2つあると2つの斜面をつくり、頂上みたいな所もできた。平面上の穴は周りを取り込み、円錐状の空間ができた。また砂の流れを見ても垂直におちて頂上みたいなところは、斜面が複数個あるときそれぞれの距離が等しいことが分かった。今

回の授業では目標のために実験をただしてだけでなく、結果を導くために適するものだけを考える、とのための選別ということが大切だと学んだ。これは前の授業でも教えていただいたものなので、これから部活動などでも活かしていきたい。

●砂の「蟻地獄」の実験からまさかこんな結論にいたるなんて思ってもみなかった。一見とても難しく理解できないように思われたが、実はほとんどが既習事項で構成されていることに恥じらいを覚えた。実は初めから深く考えようとしていなかったのではないかと思うと、過去の自分に対する憤怒が個々の底から湧き上がってくるのが感じられる。目の前の問題に対して、今ある武器をどう使うか、どれとどれを掛け合わせてアプローチするのか、また、どのような場合があるのかを考えることを大切にしていきたい。

●最初は、どうしてこうなるのか考える時に、漠然と考えていたせいかわからなかった。また、分割して行った実験も、何を見たくてやっているのか考えていなかったのも、結果が出て、ただ形を眺めているだけだったが、今日の授業で、砂が近い方に落ちていくからそういう形になるとわかった。言われてみれば当たり前だったけど、それが、中学校での作図の知識と絡んできたりしたので、もっと頭を使って実験をしないといけないと思った。ただ、今言われると、穴二つのときに直線ができる意味、崖のときに直線ができる理由は説明できるけど、最初の問いを初めてみたときに、どのような実験でアプローチしていくかは難しいと思った。この問題の答え自体は難しい思考は必要なくて、今までの知識で十分理解できる者だったので、今までの経験とすぐにリンクできるようにしたい。

●実験では、予想⇒実験⇒考察という順番が大切だと思った。最初に穴が1つあったが、そういう条件を分割して考えて、また2つの相互関係を考えることが大切だと思った。すると、2つという条件では、2つの円の間に直線の隔たりができた。その直線がまるで垂直二等分線のような形をしていたので、点までの距離が等しいとわかった。それを利用して、崖2つでも、直線になっているところは崖と崖の距離が等しいとわかった。よって、穴が1つ崖が1つでも穴と崖の距離が等しいところに線ができると思った。授業で習った知識をもとに実験の予想や考察をしていきたいと思う。

●今回は2時間を使って砂を用いた実験を行い、2時間目はなぜそうなるのか原因やしくみについて考えてみた。一見道ばたにあるような蟻地獄にすごく似ていたり、穴を2個にしてみたら、中央に直線ができたりと不思議なことが沢山あった。ただ同じような実験を繰り返し行うのではなく「条件を分割」してみたり、グループで予想してから実験したり、クラスで意見を出し合ってみると、私一

人では気がつくことのできないような発見や見方があって面白かった。中学校で学習した内容が身近な現象が生じる理由になっていて、それについて高校で実際に体験し、みんなで考えてみるのはすごく自分自身によって良いことだと思う。特に穴までの距離と崖までの距離が等しいのは面白いと思う。当たり前なことでもその原因を考えると実は数学的要素が詰まっていることに気がついた。

●1個ずつ条件を変えて「こうしたら結果がこうなる」「どうしてこんな結果になるのか？」と考えて何度も試してみることが大事だとわかった。実験では、もっと砂の動きに着目して砂の流れ方を見るべきだった。「条件は分割せよ」という新しいキーワードを知ることができたので、次回からの活動で上手に取り入れていきたい。いままでの学校生活（小学校・中学校を含む）の中で学んできたことが大切であり必要になってくるのだとわかった。探求の時間でのグループワークは初めてのことだったけど、意見を出し合いながら実験できたので良かった。次回からは実験の趣旨をしっかりとらえて深く学べれば良いなあと考えた。

●この実験・学習をとおして、条件を分割して考えること、実験の中で理解を深めていくことの大切さを学びました。条件を一つひとつ分けて考えれば答えが見えてきました。また、実験の中で、やってみて新たな疑問がでたら疑問の解決方法を考え実行することでより理解が深まったと思います。この実験・学習で学んだことを、これからの生活や、問題を解く際に活かしていきたいと思いました。

●今回の実験で、自分たちはその実験とこれまで習った数学または他の教科の知識をべつものとして実験をしていました。今回の実験でいうところの「垂直二等分線」のところなどです。一緒に班をつくって実験をするということは、自分にはなかった考えや方針を得られるので、とても有意義だと思いました。多角的なアプローチの方法は数学や他の教科でもつかえるもので自由に活用できるようになることが大切だなと思いました。頃な影響で難しいとは思いますが、グループやペアでの活動を増やしてほしいです。

●今回の実験では、まず要素を見つけられなければいけなくて、穴と崖が砂の形に関係する要素だと見つけることができて良かった。そして穴を2つにしてやってみたら、予想していた形と違うものができて驚いた。その形は円と円の間壁みたいになっていて、その壁が上から見たときに、線分の垂直二等分線だと気がつくかどうか今回の鍵だったが、自分は気がつくことができなかった。中学校の授業で学んだ知識が、こういう実験でパッとでてこなかった。実験ではまず要素が結果にどのように関係しているのかを知る必要があると学んだ。今回の実験でいうと、要素は穴、崖で、穴だけにしてみたり、穴を2個にしてみたり

り、崖だけにしてみたりすることが大切だと思った。そして、予想を立てて実験することが大切だと学ぶことができた。今回の実験のように今まで授業などで身につけた知識をどのように結びつけるかが大切だとすることができた。

●条件を分割して考え、穴や崖から等しい距離の場所に線ができることは、前回の授業で気がついていて、しかし、それが重要なポイントであることや、コンパスでの作図（垂直二等分線）と同じであることには気づけていなかった。そこまで頭を柔らかくにして、視野を広げられるようになりたい。今回の授業は数学の場合分けでも考えられるかなと思った。（どのように分けるか）。また、これからの実験（探究の時間）でも活用できる考えだと思った。「条件は分割せよ」まずは、何が条件とされているのか、変わるもの、変わらないものを調べる、この点は以前習ったことを使えたので良かったと思う。今回教えてもらった考え方も忘れないようにしたい。

●今回の実験を交えた授業では、普段、「そうなる当たり前」と思っていた事象について深く考えることができた。同じ班の人と「なぜ？」を出し合い、様々なパターンの実験・記録し、そこから新たに仮説を立てて、実験を重ねていくのが楽しかった。また、同じ班の人と「なぜ？」を出し合うことで、自分一人では気づくのに時間がかかるであろうこともすぐ知ることができ、新たなパターンの実験につなげることができた。時々でる先生からのヒントを元に、皆で今度はどういうパターンで実験しようか考えるのも楽しかった。条件を分割して実験を行うことで、どの要素が結果の中のどの部分に影響しているのか、知ることができた。班のメンバーそれぞれに役割をしっかりと分担して実験を行ったので、班全員、積極的に話し合いに参加していてとても良い雰囲気の中で実験を行うことができたので、良かった。

●実験を行ってどうしても目の前の結果が「当たり前」に感じてしまっていた。ただそうなるものとして考えてしまい疑問もなかなか持てなかった。しかし、少しでも不思議だと思ったことを実際に実験して確かめることはできた。先生の話聞いていて「条件は分割せよ」というワードが出てきたが、これは何に関しても用いることであると思う。自分たちの考えだけではあまり正解に近づけなかったが、話を聞いていて、自分なりの疑問を持つことができた。普段身の回りの現象について考え、学習する場面を作れていないため、少しずつ授業以外でも考えられるようにしていきたいと思った。また、そこで得た知識を自分のものとしていきたい。

●今回の実験は条件を分割して考えるというものでした。最初に何も言われずに目の前の現象の理由を見つけろと言われたときには何をやっていいかわからずとても戸惑っていましたが、条件を少しに絞って、それぞれをやっ

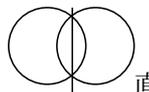
ていくと、あるときと無いときの違いを発見でき、少しずつ予想をしながら実験をすることができました。そして最後に先生の説明を聞いて、その法則について多少理解することができました。また、自分の問題を解くための考え方も少しだけ変わった気がしました。

●前回この授業をやったときよりも積極的に参加することができた。「なぜこうなるのだろうか」とみんなで考えて意見を出し合い、何度も何度もやり直して考えた。結果的にはっきりと答えは出ず終わったけど、協力していろいろ試してみたり、違うやり方を試してみるのが楽しかった。しかし、数学的な考え方がまだまだだなぁと改めて痛感した。様々な角度から答えを導きだそうとすることが大切だと知った。

●実験で得られた情報から何かを考えることに難しさを感じたが、非常に大切なものを得ることができると思った。最初はイマイチ何を知りたいのかよくわからずに受けていたが、分かることなどを順番に消化していくと次第に繋がっていき、とてもワクワクした。また、古の人が言った「万物は数学(?)である」を実感することができ、違う視点でこれから数学を楽しめると思った。

●今回の実験で、いくつかの変化があるのなら、その条件ごとに分割して、1つずつにしたほうが簡単に求めることができることが分かった。また、それだけではなく、今まで習ってきた決まり事や法則と現実起こっている現象と結びつけることの大切さと難しさが分かった。特に2つの円の間でできた線を「垂直二等分線みたいだ」と言われたときには、そのような見方をしていなかったと、とても悔しかった。このように数学や物理がどの決まり事がつかわれていることはないか少し意識することが大切だと思った。実験とはあまり関係ないが、砂を一回箱の中に戻すとき、どのようにしたら早くそしてこぼさないようにできるか、いろいろな方法でやるのがとてもおもしろかった。一番正確に入れたのは箱の穴の部分付箋で閉じてブルドーザーのように砂をかき集めて入れる方法だった。今まで話したことのない人と交流できて良かった。

●実験をするときに、考えられることはたくさんあった。そ



れをいかにつなげられるかができなかった。直線になるのは偶然ではなく、ちゃんとした理由があるから直線になる。穴と崖で考えると、近い方から砂が落ちている。そして砂の落ち方は一直線。重なっている直線が周りより低いのは円が重なっているのもあるが、2つの穴という選択ができるから低くなっている。条件をわけることによって調べたいことを分割できるし1つ1つ考えることができる。穴までの距離と崖までの距離が等しいから円のような形ができるわけで、条件がそろわなければならな



い。今まで習ったことを活かせる実験だと思った。

●今までのようにスムーズに結論が出なかった。今回はどんな手順でその現象が起こっているかが見えづらかった。3次元だったからか、どこに注目して良いか分からなかった。それを、上から見て崖に対して垂直に、という2次元平面の見方をすると、どこにどんな力が加わっているかという見通しがたった。実際に紙に、絵、図、矢印、数を書き込んでいって、現象を見える化し、落ち方が同じ点を連ねて直線的になったところの共有点を調べようというところまでは到達できた。一見して何を考えればよいか分からなかったら、今日の前で起こっていることを紙の上に再現し、他と比べてみようと思った。ここはこうしているといった条件をあぶり出し、それぞれを研究して進めていけば、少しずつわかることが増えていった。そして分かることがどう関わり合っているかを数学的に理解する手段として授業で習うような知識でそれを分析していこうと思う。

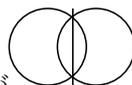
●砂の実験をして最初はどんな形になるのかと予想しながら行い、実験後には「なぜこの形になったのか?」「この形になるために作用しているものは何か?」など新たな疑問が生まれた。この形に作用していると考えられるのは「穴」と「崖」で2つの作用する性質は何なのか調べるために、穴がある・ない、崖がある・ないなどの様々な実験条件で行うことで、だんだん、どうしてこの形になるのか予想がついた。驚きだったのが中学校で習った垂直2等分線の書き方・性質から答えが導き出せるということ。数学は公式を覚える、解き方を覚えるのではなく、どうしてその公式になるのかなど、過程を知ることが大切だと思った。過程を知ることによって、より理解でき、全く関係ないと思っていたことに活かせるということを発見できた。これからはどう活かしていくのかを考えて学びたい。

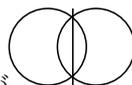
●みんなで協力し、何の実験が大切か、どのように条件を変化させればよいのかを考えられて良かったです。みんなで実験してみて話し合い、仮説を立てていくことができました。しかし5割ぐらいは先生のアイデアに頼ってしまっているところがあったので、次からはそのようなことを少なくして頑張っていきたいと思います。

仮説：穴からの「角度」と「砂の高さ」が交わったところを境にして砂がどちらに向くのか決まっていると思います。そうすると2次関数のようになってしまいますが

、途中で高さが下がっているのだから  の形になったと思います。穴2つのときは垂直2等分線を作図するときのように45°(何度でも可)の直角三角形の定規を

の点を固定して  倒れないように回転させ交わった



ところが  の部分になると思います。他よりも低くなっているのは、交わっているところが他の所よりも低いからだと考えられます。この仮説を確かめるには、それぞれの穴からの角度を調べたり、最初、この仮説だどのような形になるかをシミュレートしてそのかたちになるか調べればよいと思います。

●今までは当たり前で作図とかしていたこともすっかり考えれば理屈が成り立っているから作図できるんだと思いました。今回の実験は当たり前のことをしているけれども、条件を変えることで結果が変わるけど、それを分析することが楽しかったです。いろんな実験をしていく中で、条件を変えたらどのような結果になるのかを考えながら実験していこうと思いました。普段は当たり前で起きていることも不思議と捉えて生活してみたいです。

●今回の砂を使った実験から、中学生では当たり前のようにやっていた作図が「なぜそうなるのか」ということを考えることができた。「穴」と「崖」というワードを分析して、そこから表を使い条件を分割して考えることで、効率の良い研究ができると思った。身近なことにおいても数学的に考えると楽しいことが分かった。ただ、数学的に考えるのは楽しいが、難しくもあるので、集中力が続かない。

●私は今回の授業の初め、砂を使って実験をした際、実験結果は当たり前のことだと思ってしまっていたため、細部を見逃していました。しかしそうではなくて、なぜそのような結果になるのかをみるということをしたら、以外だと感じたことや、新しい発見も見つけ出すことができました。中学までに習ったことも、これからも授業でもっと活かしていけることがあると思うので活用していきたいです。次回も楽しみにしていきたいです。

●「どうしてそんな形になるんだろう」や「こんなのを試したいからやってみよう」だど声グループに出てきて、探究の時間っぽくなってきたなと感じた。最初は、そんな形になるのは当たり前じゃないのかと思っていましたが、ちゃんと理由があって、その形になることが分かった。中学校で出てきた図形もでてきて、復習のための良い授業だった。パターンが何個もあり、全て違う方になったので、より興味わいた。まだまだパターンは沢山あると思うので、自分で試してみたいと思った。考査前の探究の時間は、新型コロナウイルスの影響でほぼ一人で活動していましたが、今回からグループで活動できて、より、いろいろな考え方がでてきて楽しかった。

●難しく、一見何を考えれば良いのかさえわからない問題でも、一つひとつ条件を分けて考え、それが何に影響しているのかを詳しく実験してみることが大切だと分かった。これからは活かすために、問題を様々な視点から見、解決に繋がりそうな視点から攻めていくという考え

方を持ちたいと思った。1つの考え方が間違っていたら、その間違っているところがなくなるような考え方をどんどん手繰って行って、問題を解けると手が止まらないと思った。

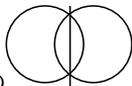
今回は実験をして、いつもよりも深く考えることができました。今回の授業では砂の落ち方についてやって、砂時計など自分の身近な所にも今回のテーマと似ているようなことがあるのに、考えたことがありませんでした。実験をしてみて最初は何をやればいいのか分からなかったけど、みんなと協力していろいろ考えることができたので良かったと思います。また垂直二等分線は中学校の時に描き方を教わってただ書いていただけで、なぜそうなるのだろう？と考えたことがなかったけど、なぜそうなるのか分かって良かったです。毎回いろいろなテーマで、今まで考えたこともないことについて考えるので次回も楽しみです。

今回と2回の学習の中で中学で習ったことがこんなにも活用して考えを深められることに驚きました。砂の実験を通して、はじめはうまく砂を扱うことができなかったけど、法則、規則性を見いだすことができて楽しかったです。自分がこれまで学習してきた内容を活かして考えを改め深めながら発展させたいです。垂直二等分線だと分かって、理解することができるようになったとき、すごいと思ったし、発見できたことが楽しかったです。考えを広げながら学習を進め楽しさを見つけていきたいです。

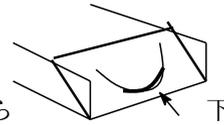
●授業の内容は、実はよく分からないことも多かった(笑)が、身の回りにもたくさん“数学”がつまっていること、中学校とは違う“なぜそうなるのか”を考える面白さを感じることができた。数学は得意な方ではないが、先生から教わった“分析する”、“条件は分割する”といったアプローチ法を大切に、少しでも答えに近づけたらと思う。

●実験を行い、それを図にまとめることによって、一見すると違うように見えるものでも共通点が存在することが分かった。また、穴がある・ない、崖がある・ないと条件をつけることで、いろいろな考察ができたと思う。今回、改めて今までの知識の大切さを学んだ。垂直二等分線という中学校の作図で習い、いままで普通に考えていたもので、ここまでの共通点をあぶり出せるとは、思いもしなかった。また、他人に目の前の現象の説明をすることがいかに難しいか改めて痛感した。

●今回はグループで実験をして、仲間が次はこれをやってみよう、と自分が思いつけなかったことを提案してくれて、より充実した。1本の紙だけでやったとき、この紙で



起きていたことが2つの丸でやった時の真ん中にも起きていたのかなぁと思った。また両側の穴から落ちたときの真ん中は両サイドより低くなっていて、こ



のことが崖と1つ穴の時も起こるから下の部分だけ低くなるのかなぁと考えた。今回は真上から見たり、ヨコから見たりすることが大切だと分かった。そうして多角的に見て、手を動かすと自分の中にある記憶と結びついて思いつくのかなぁと思った。

●砂の実験から垂直二等分線を学べるとは思っていなかった。ものごとはやっぱり数学的なことで成り立っているんだなと改めて感じた。今までは一人で机で考えることが多かったため、自分の意s校や意見でしかこの授業を受けることができなかったけれど、今回は3人4人のグループでやったため、他の人の思考や意見を知り、前よりも「どうして？」という問いに対して考えを深められたと思う。実際にやってみたことに対して、今まで習ったことや自分が知っていることを照らして合わせるのがまだまだ苦手なので、そういう発見も大事にしようと思った。

●対照実験のように、条件を分けて分析するのは、どの条件がどの結果に影響を及ぼしているのかわかるからするのだと理解した。2つの穴から砂を落としたものの中央部分だけ少なくなるのは立体で考えていたため、納得のいく仮説に辿り着けなかった。予想は合っているけど、根拠を明確にできなかった。平面で考えるとなぜ直線的になったのかわかり、また2つ穴のちょうど垂直二等分線になっていたことに気づかされた。以前学習したことに繋がられるようにしたい。

●その出来事が、何によって引き起こされているか分析し、条件を分割して、相互作用を見るとという1つ1つの段階を経ることで、課題解決へとつなげていけるのだと分かった。今回私は、垂直二等分線のところで引っかかり、説明を聞くまで解決の糸口が見えなかった。日頃から発展へとつなげることができるよう数学の学習を積み重ねる必要性を今回感じる事ができた。また、予想と実験結果との相違点を見つけ、考察することも大事だと感じた。これからの学習は、作図等でも、なぜそうなるかという根本的な考えもしっかりと身につけながら取り組んでいきたいと思う。

●実験の結果から、経験によって知っていたものを連想できるようにするのが大切だと分かった。習ったものを応用できなければ習った意味がないので似たようなものと結びつけることができる柔軟な考え方が必要だと思った。条件が2つある実験の場合、条件を分割してみて、互いがどのように作用し合っているのかを確かめるのが大切だと分かった。中学校で習ったことを覚えていないということがわかり、復習をする必要があると感じた。ある現象に対して、何故このような結果になるのかや、現象によって生まれたものに対して疑問を持ち実験するのは難しい

が必要なことだと思った。

●砂の実験から、垂直2等分線につながるとはおもってもいなかった。観察していて、小さなことでも結果につながっていることが多かった。習っていることがどのような理屈で成り立っているか分析することができた。実験してその結果が何につながるのかがわからないからこそ、アンテナを張っていつでも関連づけられるようにしていきたい。「最初はゴール」のように結果から予測したり、実験したりするだけでなく、関連づけも大切だと言うことが分かった。

●1つの実験からいろんな事に疑問を持って、その疑問を分析して、他のことを試すという流れを自分でできるようになることで、「高志探究Ⅰ」で良い研究ができるようになる。指示されたことだけを観察しているものの可能性に気付く限界を作っていることになるから、指示された先までのことを自ら観察して気付く力をつける。実験してできた形は見たことがあるか、ないか。また、何で見たことがあるかなどを追究して1つの実験をより深く充実したものできるようにする。また出てきた疑問を解決するために分析して、条件をだしたあと、その条件を分割して考えるようにする。

●今回の数学の学習を通して、目の付け所の大切さについて学びました。実験をした際に「穴」と「崖」の作られ方や特徴については知ることができましたが、穴と崖がどのような性質を持っていて、それが組み合わせられることでどのような図形になるかまでは辿り着く事ができずに終わってしまいました。しかし、その後の先生の授業を聞いていくうちに目をつける所を工夫することで、その形のでき方があると知り、1つの固定概念に縛られてはいけないと言うことを改めてしました。これからはどんな問題でも、いくつかの考えを持ち、問題を解いていきたいです。

●崖と穴と砂の話から、中学校での学習範囲に繋がるのに驚きました。注目すべき点が表示されていないため、どんなに小さなことも見逃してはいけないと感じました。今回の実験だと砂が落ちている過程を見ずに結果だけを見てしまい、どのような規則で落ちているか確認しませんでした。結果の形だけでなくどのような過程で起きているのかを知ること大切だと思いました。

●私は学習を通して、理由と方法をどちらも理解することの大切さを学びました。今回のようなテーマを決めて実験していく中で気づいた「垂直2等分線」のしくみを覚えていればもっと理解が深まり安定して記憶に定着できると思いました。また、みんなと一緒に実験を行うチームワークの力もついたと思いました。自分一人ではできなかったことも多かったのもので、これからはチームワークを大切にしていきたいです。

●今回の授業を受けて「目標を明確にすること」と「要因

を明らかにして考える」ことが大切だと思いました。崖と穴の2つに着目して、それぞれどのような働きをするのか、なぜそのような結果になるのかを分析して、自分の知識と結びつけることで、より、分析した結果が深められると分かりました。そこから砂の動き方について考え、最終的にどうなるかを導き出すことができることを知りました。

●またこうやって数学探究の授業が始まったが、前回よりも明らかに思考の仕方、分析の仕方を学べた。そして力もつけられた。要素(条件)を分割して考えることによって、新しい世界もしくは見覚えのある世界を発見できるということがわかった。過去に習った知識を新しい問題が出てきたときに使えるよう(すぐ引き出せるよう)にこれからもっと知識を定着させられるよう頑張っていきたい。テストのためだけの勉強や自分だけの勉強ではなく、なぜそうなるのか結果の原因を探れるような好奇心もこれから身につけていきたい。

●今まではただ教わった通りにすぐに答えにたどり着けるやり方を重視してきたが、なぜそのやり方だとすぐに答えにたどり着けるのかは分かっていなかったんだなと思いました。いくつかの要因が重なって複雑になっていることも1つ1つに分解してから考えれば、どうしてそうなるのかが分かるのだと分かりました。今回の実験では最初の授業のとき、何で活用されているのかが全然想像できなかったのも、想像力が足りなかったのかなと思いました。何をするにもある程度の予想をたてることは大事なことで、これからの授業もしっかり取り組んでいき、もっと想像力を豊かにしたいと思いました。立体を平面でのことに活用できるとおもっていませんでしたので、このような考え方もあることがわかりました。

●今回の学習で重点としておかれた”分析する力”。これは数学に限らず、どの教科でも通用する力で、もっと言えば日常生活にも関わってくる力です。思い返せば、私たちは小さな時から分析を行っています。たとえば、〇〇とケンカをした。理由は何で、〇〇が悪い。すると母親からはこう言われます。「〇〇さんの気持ちは？」その上で改めて、私たちは本当の原因を知り、成長することができるのです。分析とは簡単に言えば理由を知ること。そなわちそれは本当の意味を知ることにつながり、それが成長なのだと思いました。

●最終的な目標を達成するまでに必要なこと、必要でないことの判断が難しい。与えられた条件を簡単に分解して、それについて考えればもとの条件を考えるより分かりやすくなる。ことを理解した。問題に対して証明からできない時は間接的なアプローチの大事だと思った。

●今回と前回の授業では、穴と崖によって砂はどのような動くのかということ調べたが、私はいつも不思議に

感じない、目にも留めなかったことが題材で、何を観察すべきなのか判断ができていなかった。今回の GOAL は穴と崖の関係だから、考えるべきポイントは穴があるか・ないか、崖があるか・ないか、の組み合わせで実験の際には重要だと思われる要素が「ある・ない」という2つで比べてみるべきなのだと言った。何がこの結果を生み出しているのか、そして冷静に不必要な事柄かを判別する力が実験を行うものに求められるのだと知った。これら2つは、今後ずっと心に留めておくことで、自分の研究にも繋がってくれると思う。そして、2つの穴で行った際、自分たちの予想とは大きく離れていた。しかし、それはなぜかという分析は始まらなかった。すぐ納得しないで新たな疑問を生み出していききたい。すべての結果に直角が関係しているのが不思議だと思った。

●今回穴があいている箱や丸い紙を使っているいろいろやってみました。穴が開いている箱では砂の積もった高さが高いところから穴に向かって落ちていました。三角形の台紙



を使ってみるとこの形のよう中心にだけ砂が残るという結果がみられました。このような様々な結果から、箱に崖があるのが影響しているのかなど形によって結果も異なっていたので、まだまだ不思議な点もあったので、もう少し調べてみたいと思いました。

●実験の時には、穴と崖が互いに影響を与え合っていることに気がつくのに時間がかかった。だいたい予想がつきそうな実験でも、結果が予測と違っていたりしたときに、どうしてそのような結果になったのか？どのようにしてそれらのような状態になったのか？を班の皆で考えるのが楽しかった。実際に手を動かしてみている状態だと黒板で平面的に説明されている状態と分かりやすさが全く違ったように感じた。平面的に考えるのが苦手なので、やはり自分自身で実際に実験を行った方が納得できるし、新しい視点から他の場合だったらどうなるだろうかと考えることができると思う。そして、これら以前に、何事にもまず予想することが大切だと気がついた。

●はじめに4面のうち1面の壁がなく、1つの穴があいている状態で砂を落とし実験したところ、穴付近の砂の形が楕円形になった。このことから壁や穴の状態を変えれば穴付近の砂の形が変化するのではないかと思い、色々な方法を試してみた。条件を変えることで様々な実験結果が出て面白い実験ができた。条件を変えると今までになかったような変化が起きたり、変化がなかったりと驚きが多かった。実験結果からどのようなことが原因でそのような結果が出たのかなど分析しながら取り組むことができた。

●実験をしたときに、穴・崖の影響をそれぞれ考えた。穴をなくしたり、崖を増やしたり、様々なパターンで試した。何が何にどんな影響を与えているかをその都度話し合

い変化するもの、変化しないものに分けて考えた。グループで話し合いながら実験を進め、いろいろな意見を出し合うことができ、じゅうじつした実験が行えた。あらかじめ予想のつくものもあったが、実際に行ってみると思っていた通りにいかないこともあり、考えをさらに深められた。この実験を通し、その実験結果が違った場合、なぜそうなったかの分瀬 k を冷静にすることが大切になってくると思った。

●穴と崖に砂が落ちることによってできる形について考えてみて、最初はどんな実験をすればいいのかわかりませんでした。まず崖をなくするために崖をノートで塞いでみました。すると、塞がない時に削れた部分が削られず平らになりました。その他にも、長方形の紙か、穴が2つある紙に砂を落してみました。なぜ、穴と穴、崖と崖の間に直線ができるのかわかりませんでした。しかし、2時間目の先生の説明を聞いて、穴と崖から等距離にある砂はどの方向にも落ちずに残り高いところができることがわかりました。

●条件と分析についての考え方の授業です。前回に引き続きあまりわかっておりません。実際に実験をして条件を考えて分析するのはおもしろかったです。こういう考え方に慣れていかないと数学はできないんでしょうね。

●今回はどのような授業になるのだろうと思っていたら、またも予想できない授業でした。穴の開いた厚紙に砂を落とす実験は昔砂遊びをした時のことを思い出されました。身近なところに、なぜ？どうしてこうなるの？と疑問や不思議は転がっていたのだなと思いました。私は穴のあいていない三角形の厚紙や、ただの長方形の厚紙を用いた実験が特に印象に残っています。斜面が美しいと思いました。崖があることであのような形になるのかと感動しました。この2時間の授業で疑問を見つけ出すこと、それを自分なりの考えで導こうとすることが本当に大切なのだなと思いました。のほほんと授業を受けてしまえば、無駄にしていまうと改めて感じ、それは他の授業でも同じことだと思います。思考力を鍛えるためにも頑張ります。

●穴があったら、なかったら、穴の場所が違ったら、三角の紙で砂をのせてみたら、砂の高さによって穴との関係があるのかを分析しながら実験をすることができた。砂の高さが高いほど、削れる方は広くなったし、円形の養子と三角形の用紙四角形の用紙で砂の山の盛られ方は変化があった。少しやり方を変えるだけで実験結果も大きく変わってくところが面白いと感じた。他の班の実験をみてから自分たちの班もすることが多かった。次のこのような実験があったら、自分たちで考えてやってみたいと思う。

●私は今回の実験を終えて、宮本先生を羨ましいと思った。能力や知識があるから羨ましいと思った訳ではなく、

熱中できる（疑問に思える）から羨ましいと思った。多分9割以上の人は、砂が穴に落ちた後の形を気にしないしどーでもいいと思っているだろう。しかし宮本先生はそこで、どんな形になるだろうと熱中していた。そしてそれを生徒に説明して（働いて）ご飯を食べている。羨ましい。自分の職業に熱中でき、それでいてご飯を食べられるという事は本当に素晴らしいと思う。自分も将来熱中できることを職業にしご飯を食べていきたいと思った。

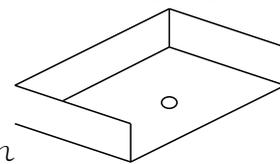
実験に関係のない感想はおいておき、実験の感想。まずは何をすれば良いかという事を探し出すことが一番大切だと分かった。いきなり穴の形を三角形にしても意味がない。実験の難しいところは最初に何をすれば良いのかという所であると思う。

●今回の砂の実験を通して、砂の形を作り出している2つの原因、問題点について注目して実験しました。穴と崖の2つの相互作用や有無により何がどのように変化するか、実験をしながらグループの人たちと色々な意見を交換することができ、とてもじゅうじつした時間になりました。穴と崖がもたらす効果について色々な見方、考え方などの工夫があり、とても面白かったです。「なぜこうなるのか」と疑問を感じたら分析し、原因をみつけいろいろな問題や不思議をもっと研究していきたいと思いました。

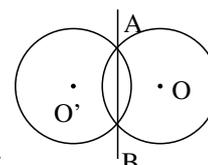
●実験を通してその答えを導くのではなく、その答えを導くための実験の仕方を考えるということは今までできなかったもので、とても面白かった。斜面を作るには崖が必要であり、アリジゴクのような穴を作るには中心にある穴が必要である。どちらかを違うものに置き換えたりして条件を変えていくことで、斜面、穴のでき方、斜面と穴の間の部分の形などが変化していき、「この形にするためには、このようにしなければならない」ということが、実験を重ねるうちに見えてきて、性質をつかむことができたので良かった。斜面は崖に対して垂直に砂が落ちていく事によってできることから、中学校の時に学んだ垂直2等分線の性質を利用するという考えにつながることをひらめけなかったもので、とても納得した。

●実験の結果が予想通りではないと「なぜこうなったのだろう？」と疑問を持つのに、実験の結果が予想通りだとその要因を考えない自分がいると感じた。それは、何となくで予想してなんとなくで終わってしまうからだと思った。分析するというのは変化しているものとしなくては何によって引き起こされていることを考えて、それがあつたら、なかったらどうなるかを見る事なのかなと思った。そうするには、当たり前に見えるものを当たり前だと捉えて注目しないことをなくす必要があるだろう。また要因が2種類あつたら相互にどう影響を与えるか、1つの崖が2つあつたらどう影響を与えるかをみるのも重要だと感じた。

●物事を決定している原因を見つける時は、それをいくつかに分けてそれを分析していけばいいと考えた。1時



間目はひたすら砂を使ってこれを
を使って砂の移動によりできる図形がなぜそうなるのか、調べてみた。最初は何やっているんだろうと思ったが、やってみると案外楽しめるような実験だったし、穴をふさぐとどうか、壁がなかったらどうなるのかと、様々な思考をしながらどういう理由があつてこのような図形ができたのか理解できたのでよかった。また三角形の時や穴が2



つある場合等も調べた。
穴が2つある場合は、垂直2等分線にあたる所が砂の境目になることが理解できた。

●はじめの時間は、砂が配られて何をするのかわくわくしていました。まずカップに入れられた砂が、何回もふるいにかけてサラサラにして作られたということに驚きました。幼いころに私も何度もしたことがあります。新型コロナウイルス対策のために、先生が砂を消毒してください、手間がかけられているということを知りました。この砂と穴のあいた箱が各班に配られて、好奇心はありましたが、何をするのかあまりよくわかりませんでした。しかし神の形を丸くしたり細長いものにしたり、穴の形を半分にしたり穴の数を増やしたり減らしたりして、変化を重ねてその都度実験を行っていくと、砂の変化が少しずつ違って面白かったです。「科学者は何かを証明するために条件をコントロールして実験している。実験にはとてもお金がかかるので、根拠をもってどうしてその実験が必要かを示さなければなりません」ちうことを言っていました。このことあから、私も目的・理由を考えて行動していきたいと思いました。

●条件を分けて分析をし、あつたら、なかったら・・・と冷静に分析を行うことが大切だと分かった。崖と穴という2つのポイントから、それぞれを分析して砂の形の理由を解明していくことが面白かった。実際に実験をして、中学校で習ったことを応用し、相互作用をしっかりと説明できることが分かってよかった。実験をとおして、結果を見つけるための分析の仕方やその説明など、様々な考え方が見られてよかった。今回の授業を通して、一つの問題を1つ1つ分析して考えていこうと思いました。

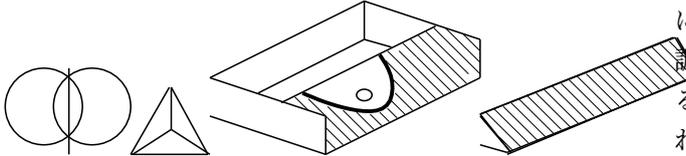
●実験・観察を通して分析をすることの大切さを知った。もしも○○があつたら、○○になって、もし○○がなかったら、○○になるというように、その事象が起こる条

件を分析して見出すことが大切なのだと思った。実験というのは結果がすべてではなく、その結果を分析して、そこから新しい法則などを導き出すことに意味があるのだと改めて感じた。私はあまり分析したり柔軟に考えることは得意ではないため、これから様々な視点で結果を分析できるように自分の頭を使って鍛えていきたいと思った。

●2時間の授業を通して、実験をした結果を分析することで次につながる考え方や新たな疑問が浮かび上がってくるのだと分かりました。今回の実験では砂を使ってどのようなものが形成されるのかなどを見たが、穴の有無や崖の数を変えると様々なケツケとともに疑問が出てきた。その疑問を解決するためにまた分析して結果を予想し実験する。この繰り返しで自分たちなりの考えを出すことができた。砂は砂に働く力が大きいほうに落ちていくと考えていたが、物理的だけでなく数学的な理由も含まれていて、中学校で習った垂直二等分線と関連付けながら考えられることが分かった。実験の結果から分析して考えるということを大事にして物事を考えていきたいです。

D,28, 武田 智也, たけだ ともや, 男, 興田中,B2, ●今回は「砂」を使った実験を行った。様々な条件下でどういった反応が起きるのか、そこから何が読み取れるのかという力が必要だと思った。今回の実験では「壁」「穴」「紙の形」をそれぞれ変えて行った。やはりそれぞれ違う反応が見られたが、それぞれに共通しているところや規則的になっているところを見つけることができたのはよかったと思う。例えば、壁がない場合はきれいな斜面の形になっていて、何度同じ行動を繰り返してもその形が崩れることはなかった。2つの穴を使って実験でも互いの穴が中心の砂を取り合い、予想に反しその穴同士が中心が直線状になった。このように、規則性等をもっているところを探していくとずっと深く実験に入っていくことができると思った。観察力を大事にこれからも実験等をやっていくと思う。

●わからないことや疑問に思ったことは分析することが大切である。今回は穴と崖の2つのパターンがあった。そこでこの2つを同時に検証したり、穴のみ、崖のみでも調べた。また穴と崖だけでなく、三角形のときやどちらでもないパターンなども調べて分析し

た。
つの穴があった場合、垂直2棟分線のように真ん中がまっすぐになる。様々なパターンに分けて実験をしたことによって、少しずつだがわからないところも分析できるようになった。自分たちの班では穴だと無限に崖が続いているから、砂の形は無限に斜面が続いている円錐になる。崖

だと斜面は一つになった。これからは頭を柔らかくして柔軟に考えたいと思った。

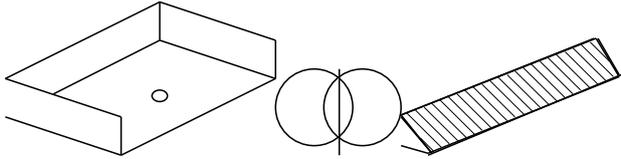
●その事象が起こる理由や条件を特定するためには、どんな実験をすればよいかということを考えるのが難しかった。入試の整数問題でも、実験の結果から規則性や特徴を見抜けるかどうかを問われているようなものが多い印象を受ける。実験の条件を変えたときに、どこがどのように変わったか、またどこが変わらなかったかなどに注目し、ひとつの実験からできるだけ多くのことを得られるように意識していきたい。また、僕自身が今回の授業の中でやってしまったことだが、実験の目的をはっきりさせることがとても大切だと思った。何を明らかにするための実験なのかを見失うと、ブレた実験になってしまい、余計答えから遠ざかってしまうと感じた。図形の問題では情報量も多く、思考が混乱しがちだが、結論から逆算してあらゆる問題への対応力を上げたい。

●穴と崖があって、このようなかたちになるということについて、深く考えたことがなかったので、当たり前と思っていたことが、なぜ起こるのかを説明しようとするための材料を見つけるのは難しかった。私がどうして起こるかを説明するために実験をたくさんすることが重要ということはわかったけれど、次に何をすればいいのか見つけるのが私にとっては大変でした。この形をつくる要因となっているのは穴と崖で、2時間目でやった翠帳2等分線が2つの穴の真名に影響しているということに気づいた。そのことから、穴と崖からできるあの形は同じ距離にある部分が浮き上がって出てきた線だと思った。2つ行き場所があり、どちらにもその行き場所に近い砂がおちていくと思うが、残っている砂もある。だから、どちらの行き場所にも近くも遠くもない場所なら同じ距離にある場所ということになる。私は、上のように考えることが最終的にはできたけれど、そうかもしれないと予想を立てるまでに、もしこうだったらという実験を思い浮かぶことができなかったので、授業でやった「あったら、なかったら」ということを基本にして、どんどん試してみたいと思いました。

●この現象を引き起こすのはいくつの要因からなのかを調べるところから始まった。今回は穴と崖の2つだった。次にその要因がある・ないでどのような違いが現れるのかを調べた。このとき1つの要因に焦点を定める対照実験をする必要がある。その後、穴を2つ崖を2つにして、それぞれ実験をした。その際、3次元のものを2次元の図で表すことで、どのような点の集まりなのかははっきりした。実験を行う際は、どのような目的でその実験をするのか、決めてから始めるべきである。

●分析することが大切だと分かった。今回は穴と崖のある構造物に砂をかけたらどうなる

か、また、そうなる理由を探るために実験をし

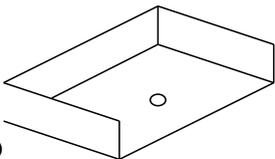


た。

初見で穴が関係ありそうだなと分かったが、崖の有用性についてはいまいちつかめなかった。先生の話聞いてようやく実験の意図が分かった。分析するとき、条件は分割するのがよい。必要な実験と不必要な実験があるので、穴があったら、なかったら、崖があったら、なかったらと条件をコントロールする。今回の実験は本当に何も分からなかった。夏休みに数学的な柔らかい頭をつけたい。

●分析をする時は与えられていた条件ひとつひとつに対して考えることが大切だと分かった。中学校の時習ったことを使って考えるのもよい方法だと思った。今回の授業で、実験した時、なぜそうなるのか疑問を持つことはできたけれど、その疑問を自分が知っている知識で解決できないか考えたり、さらに、どんな条件があればそうなるのか調べたりすることが足りなかったと思う。一見規則性がなさそうなものでも、よく考えたら規則性を見つけられたり、じっくり考えたら案外簡単に解けたりしたから。最初からわからないと思うのではなく、まず自分の持っている知識をすべて使ってその問題を解決する糸口を見つけていくのが大切だと分かった。これは普段数学をやるときも同じで、最初から解けないと決めつけるのではなく、自分の持っている知識でこれと似たものはないか考え、少しでも似ていたらその考え方を応用して解くという姿勢が大切だと思った。今回の授業を活かして普段の数学の授業でも分からないことは自分の知識を応用して解くようにしたい。

●様々なケースを予測し、実行できる力を身につけたい。そして条件を変えるように、本当に意味があるのか、目的に沿っているか、よく考えて思い付きで実験することのないようにしたい。分析とは何か、改めて考えさせられる機会になった事象の結果をよく見て、どんな形か、なぜその形になるのか、実験器具を変えてみて前の結果と比較し、新たな問題点を見出し、深めていくことが分析につながっていくのだと思った。数学の知識を自分が持つ分フル活用することを意識したい。



● 図のように1つの穴と1つの崖がある構造体に砂をあふれるまでかけて、その砂がどのような形をとるのかという実験を行った。初めに行ったとき、できた形を見て、なんでこの形になるのだろうと感じた。正直なにがどうさようしているのかもわからなかつ

た。そこで、この結果をずっと見て考えていてもただ時間が過ぎるだけだと思い、別の実験を行った。もし穴がなかったらどのような形になるのかを調べるために穴をふさいで行った。すると、穴があったときは斜面と穴ができた形になっていたが、その穴がなくなり、砂の形は斜面だけになった。穴がないときの形=斜面によって作られた形ということがわかった。次の穴の影響を調べた。前の実験から逆に斜面がなくなり、その代わりに穴ができるだろうと予想し、その近い結果となった。結論として何がどのようにして初めのあの形になったのかを自分で理解することはできなかったが、条件を分けて考えるということの大切さを学ぶことができたと思う。また、多角的に物事を捉えられるようにしたい。

●今回の授業を通して、当たり前だと思っていたことがなぜそうなるのかを、さらに実験を重ねることで知ることの面白さを感じた。最初は何をするのか、なぜこの実験をするのかが分からなかったけれど、条件を変えながら実験していくうちに、その形に興味を持った。穴の数や形、崖によって変わる砂の形がなぜそうなるのかを分析していくことで考えを深められた。また友達と話し合ったり、図に書いてみたりすることで、その仕組みを理解することができた。私が思いつかなかった疑問を他の人が見つけていて、私も常に疑問を持つ姿勢を忘れないようにしたいと思った。難しい問題があったときは、ひとつずつ整理していくことが大切だと思う。普段当たり前だと思うことも、疑問を持って生活することで考えを深めることにつながると思った。

●実験をしたときは、崖があるとき、穴だけがあるとき、などの砂の動きを知ることができたので良かった。しかし、規則性等が見つけれなかった。解説で垂直2等分線などの図形の性質から砂の動きを知ることができるとを学ぶことができた。穴と崖の両方があるときは、穴の中心からの距離と崖からの距離が等しい所で山ができるということが分かった。条件が穴だけの時と崖だけの時、穴と崖の両方の時の砂がどうしてその動きをするのかが疑問に思った。

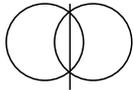
●実際に実験をしてみて、まず最初は、ただ砂が落ちるだけの簡単なものかと思ったが、進めていくと、それぞれ場合を変えることで砂が落ちた後に残る形が違うということを知り、たくさんの場合を試した。楕円形なるとき、崖が2つのときにはきれいな三角形ができるのはなぜかについて考えることができた。実験の中身では班の仲間と協力して考えて取り組むことができなかったもので、近い、このような実験の場があれば、今回の反省を踏まえて同じ案の人やクラスメイトとも協力して考えられるようにしたいと思った。また、今回の最後のまとめの授業では、先生に質問されて黙ってしまったので、次からは気をつけ

たいが、実験をするときにも、どこに注目すべきなのがよくわからないので、そこを改善してほしいと思った。このような実験は自ら積極的にやるという面では、日ごろからあまりないため、楽しいと思ったが、何のための実験なのかを自分なりの考えをもって、次回からは取り組んでいきたいと思った。

●様々な視点から、「次は何を実験したらどんな結果が得られるだろうか」と考えてみて、実際にやり分析をするということが大切だと授業を通して学ぶことができた。「なぜ? どうして?」とよく考えて、実際にやることは良いことだと思ったので、実験等をやるときは、こういった考えを大切にしていきたいと思った。また、条件を分割して考えるということが思いつけなかったの、条件を分割して(簡単に)考えてみるという方法も大切にしたい。「ただ先を見通して考えてみるのではなく、条件を変えてみたり得た結果を分析することが大事だ!」ということのを頭の中に入れて、次の授業で活かしていきたいと思う。

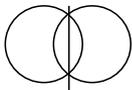
●実験は楽しかったが、そのあと考えるのが難しかった。普段は考えないようなことを、この授業でやるので、新しい発見があって面白いと思った。

●砂を使って、砂が崖から落ちていく様子、穴がどのような関係にあるのかを実験しました。最初はなんでこのような形になるのかが全く分からなかったけど、中学校で習ったことが使われているという説明を聞いて、その形になる理由がわかりました。2つの穴があいた紙を使うと、2つの円が重なっているように見え、中央には直線が



できます。この時にできた直線は中学校で習った2つの円の交点を通る垂直2等分線になっています。垂直2等分線ができることを用いると、穴が1つ、崖のあるとき、そこから一番早く出るにはまず崖から出ます。その次に穴から出るという手段もあります。このとき、2つの手段によってできた道筋を線で結ぶと等間隔になっています。これにより、一つの崖と穴がある場合、斜面ができ、そこに円のようにへこみができます。今回実験をして普段の生活にも数学が用いられていることが分かったのでたくさん見つけていきたいです。

●どのような形が出来上がるのかを予想しながら実験をしたけど、予想通りの形にならないものがあり、そこが面白いと感じた。穴の位置や崖の数などの条件を少し変えるだけで、様々な形ができ、予想しない結果に驚いた。

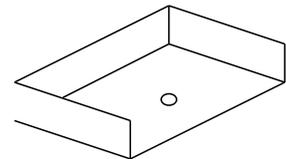


この形を見たときにパッと垂直2等分線を思いつかず観察力が低いと感じたいろいろと条件を変えてみたけど、どの結果も今思えば”等しい”という部分があった。

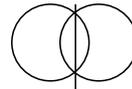
あったと思う。普段当たり前と考えていることも、今回のようによく考えて手を動かしたり予想してみることで疑問や不思議と思うことが出てくるということを知った。当たり前と考えずになぜだろうかと考えてみようと思えた。

●1つの実験の結果が、なぜそうなったのか。どうしたらその結果が出るのかというのを調べるのは、考えられることを全部まとめて1回で調べるということは意味がなく、1つ1つ、なぜそうなるのかを少しずつ作業や条件を変えて何度も試してみる。そうしてやっと自信をもって、だからこうなるということが言えるのだと思いました。色々な方向から物事を見て、つになんでこうなるんだろうと頭の中で考えて、答えを探すことは本当に大切なことだと思った。また、そういうことの積み重ねで、いざという時に、大きな役に立つのだらうとすごく思いました。この授業は誰でも難しく感じる授業だと思ったけど、中学校のものをよく思い出せば近づくのかなと思いました。

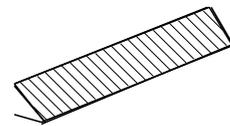
●自分は、最初、砂で何ができるのかなと思っていた。砂はとても良質なもので、とてもサラサラしていました。実験をしてみたらず不思議なことが起こりました。なんと変な



穴ができたのです。なぜこんな形の穴ができたのか不思議でしうがなかったのです。とりあえず、何回も実験に取り組んでみることにしました。すると、あることがわかってきました。「この実験でh穴と壁・崖が関係しているのではないかと。そのことを踏まえて、次に穴が2つあいたものに砂をかけてみました。すると、またもや変な穴ができたのです。真ん中がへこんでいて、2つの斜面がぶつかり合っているからかなと



思いました。(相互作用)次に別の紙を宙に浮かせて砂をかけました。するとミルフィーユ状のものがで



きあがりました。これより、その砂は最も近いところに落ちることがわかりました。そこから残っている砂は、崖とも穴とも、同じところにあることがわかりました。しっかり自分でよく考えてみたいなと思いました。

●砂と紙を使った実験ということで、班の人たちと協力しながら、童心にかえったように楽しく取り組むことができた。今回の目標は「分析する」ということで、穴と崖を利用した対照実験を行った。今までやったことも考えたこともなかった実験だったので、次にどのような実験を行えばよいのかということや、この実験結果からはどのようなことが言えるのかということなど、一人では何も

分からなかったが、班の人と相談して意見を出し合うことで、分析しながら質の良い実験をすることができた。解説では、自分の班では思いつかなかった観点がたくさんあり、とても関心したし、自分もこういう物の見方ができるようになりたいと思った。今回の実験や今までの実験を振り返ると、昔遊んでいたものや現在の日常にあるものばかりで、数学のおもしろさが分かった気がした。次の実験も楽しみだ。

●この実験を行ったとき、初めはどう考えればよいのか分からなかった。しかし、実験のやり方、使う器具を変え、再度行うことにより、どういった力が働いているのか、どういった原因があるのか、ぼんやり分かるようになった。また、グループの人の考えを聞いて、実験のやり方を少しだけ変えたりするのが楽しかった。やはり実験はいろいろな可能性を考え、いろいろなやり方を試すところに面白さがあると思う。崖と穴の2つにみられる共通点を見つけ出すのが難しかった。物事を表面的に見すぎると本質を見誤る。身近なことに疑問を持ち、一見関係なさそうな物と物の間に関係性を生み出すことが大事だと感じた。

