

理数探究

理科と数学の教科横断的な授業

文京区立第六中学校の実践
川島 紀子

■授業の構想

現行の高等学校の学習指導要領に新設された「理数探究」のうち、科学技術に関する題材や数学的事象に関する題材を取り上げる。その題材について理科や数学の教科で学んだ見方・考え方を働かせて探究していく協働学習をデザインする。6時間の授業の中で「より遠くに飛ばす」「より高く立てる」「より重いものを支える」の3つのテーマを設定して個やチームで追求し、日常生活で生かされている数学や理科の要素を総合的に捉えて試行錯誤させ、より良いものを追究してものづくりをしていく学びの仕掛けをつくる。

■ 学習のねらい

中学校で学んだ理科や数学の見方や考え方を活かした探究型の学習を行い、日常に見られる現象を科学するという探究の面白さを体験的に学ぶ

■ チームで競う

3つのチャレンジ

■ 3つのチャレンジ

「より遠くに **飛**ばす」

「より高く **立**てる

「より重いものを **支**える」

Challenge1

「より遠くに **飛**ばすには」

～天使の輪をビューンと飛ばせ!!～

目的:より遠くに物体が飛行するための物体の構造上の工夫や、飛ばすための角度を探究する。

Challenge2

「より高く **立てる**には」

～A4紙タワーで最高記録を狙え!!～

目的:A4の紙20枚だけを使い、どのように紙を折って
組み立てると高く安定した構造物をつくりだせるか
を探究する。

Challenge3

「より重いものを支えるには」

～強くて美しいストローブリッジをつくりだせ!!～

目的:かぎられた本数のストローだけを使い、3kgの重さに耐えられる美しくて長い時間支えられる安定したストローブリッジをつくり出すためにはどのようにすればよいかを探究する。



Challenge I
リング飛行
コンテスト

Challenge1

「より遠くに **飛**ばすには」

～天使の輪をビューンと飛ばせ!!～

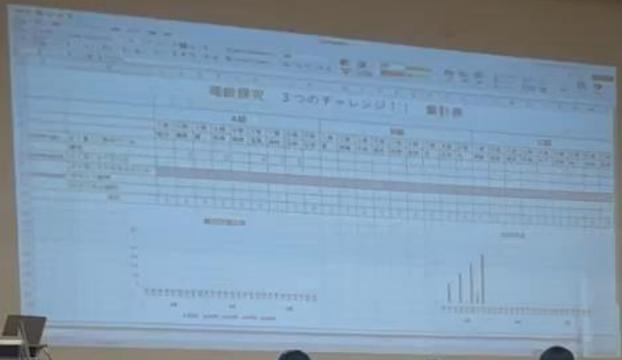
目的:より遠くに物体が飛行するための物体の構造上の工夫や、飛ばすための角度を探究する。













Challenge2

A4タワー
コンテスト

Challenge2

「より高く **立てる**には」

～A4紙タワーで最高記録を狙え!!～

目的:A4の紙20枚だけを使い、どのように紙を折って
組み立てると高く安定した構造物をつくりだせるか
を探究する。

















Challenge3

ストローブリッジ
コンテスト

Challenge3

「より重いものを支えるには」

～強くて美しいストローブリッジをつくりだせ!!～

目的:かぎられた本数のストローだけを使い、3kgの重さに耐えられる美しくて長い時間支えられる安定したストローブリッジをつくり出すためにはどのようにすればよいかを探究する。



ストローブリッジコンテスト 競技方法

① デザイン部門

- (1) エ夫したところやデザイン性で意識したところのわかりやすさを評価。
- (2) 実際の橋を見て、上位3橋を決定する。
(自分の班は入れない)

ストローブリッジコンテスト 競技方法

② テクニカル部門

(1) 台座と台座の間に自立した橋がかけられなければ、0点。

(2) 以下、バケツにおもりを載せていく。
台座の間で自立しなくなったら、その前までに入れたおもりの重量で結審。

ストローブリッジコンテスト 使用物品

①ストロー1パック

(これ以上はありません。節約しながら、本番に備えましょう。)

②はさみ

③カッター

④針のながい画鋏

⑤定規

⑥カッターマットまたは段ボール (机は絶対に傷つけないように)

ストローブリッジコンテスト ルール

1. 台座から台座までは25cmあります。
この25cmの間に橋を架けてください。
2. おもりは作った橋の真ん中にテープを巻き、
バケツをぶら下げて計測します。
3. ストローの接合には、セロハンテープやのり
などの接着物は使えません。
ストローを加工してつなげることは構いません。

ストロークブリッジコンテスト ルール

4. デザイン性については、

プレゼンシートを使ってプレゼンを行い、その後、ワークショップ形式で橋の展覧会と補足説明をします。設計図として作成した後、デザインや丈夫になるように工夫したところなどをしっかりと説明しましょう。

ストロークブリッジコンテスト ルール

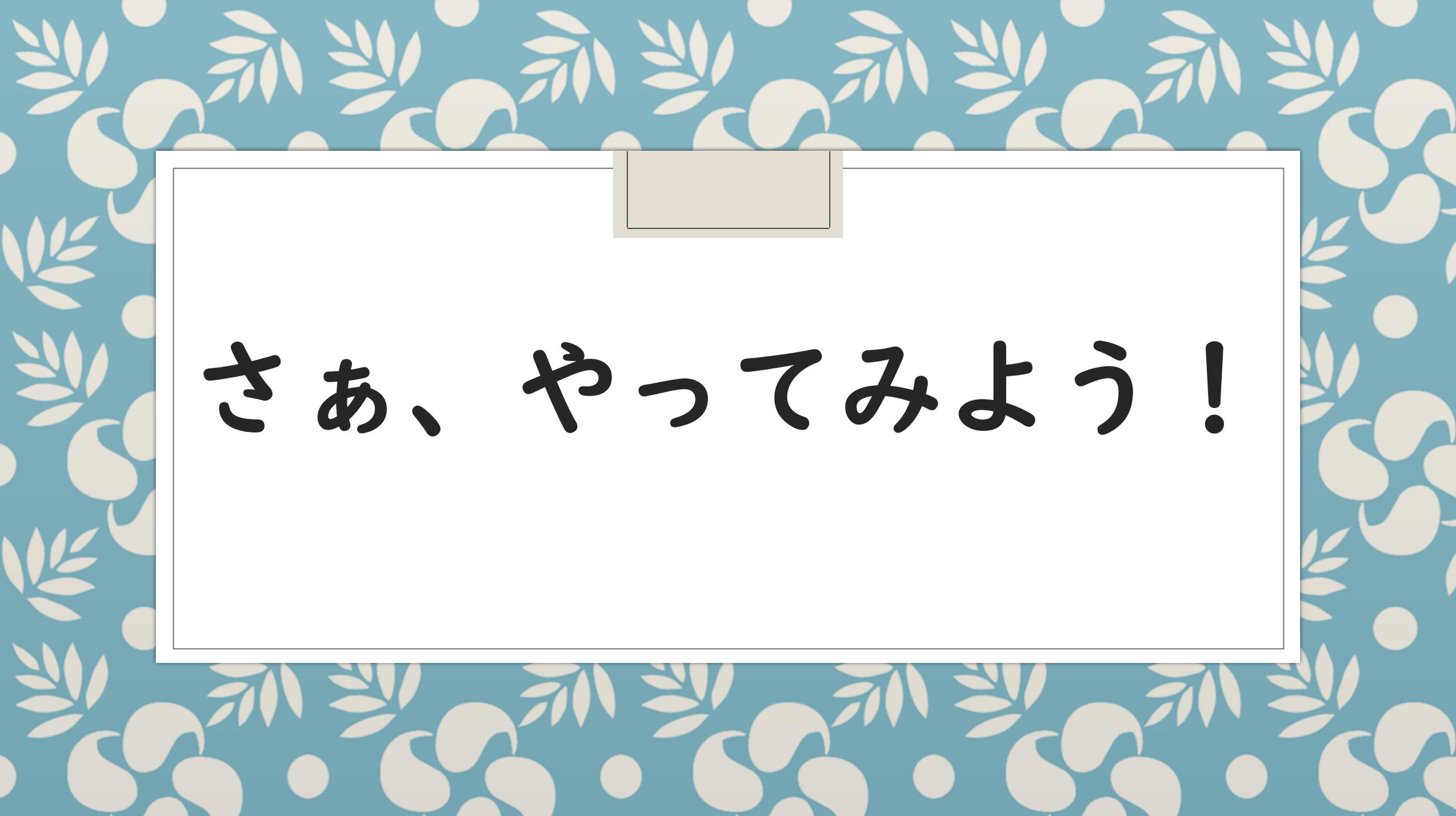
5. 4時間目～5時間目までに教室で制作して完成！

競技はアリーナで6時間目に行います。

橋について考えて、作業ができる時間を効率的に行うようにしましょう。

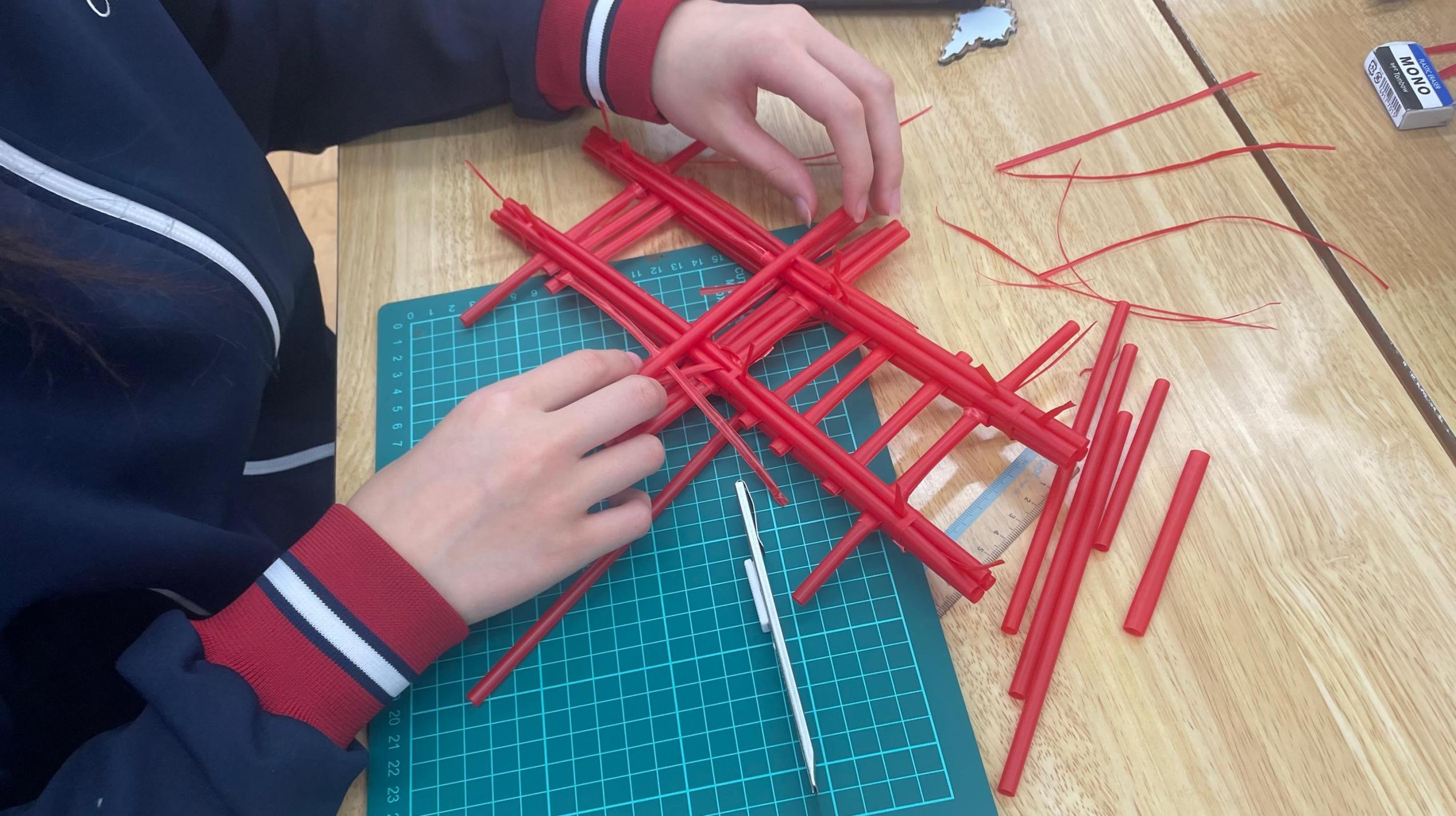
性能チェックテスト

4～5時間目に、力のかかり方や、構造上の問題などを分析し、このテストからどのように改善したか？を盛り込むことで、グループの作品の成長の根拠となります。性能チェックテストも試してみても良いです。ただし、壊れることも想定して、補修や改良する時間も考えて行うこと。

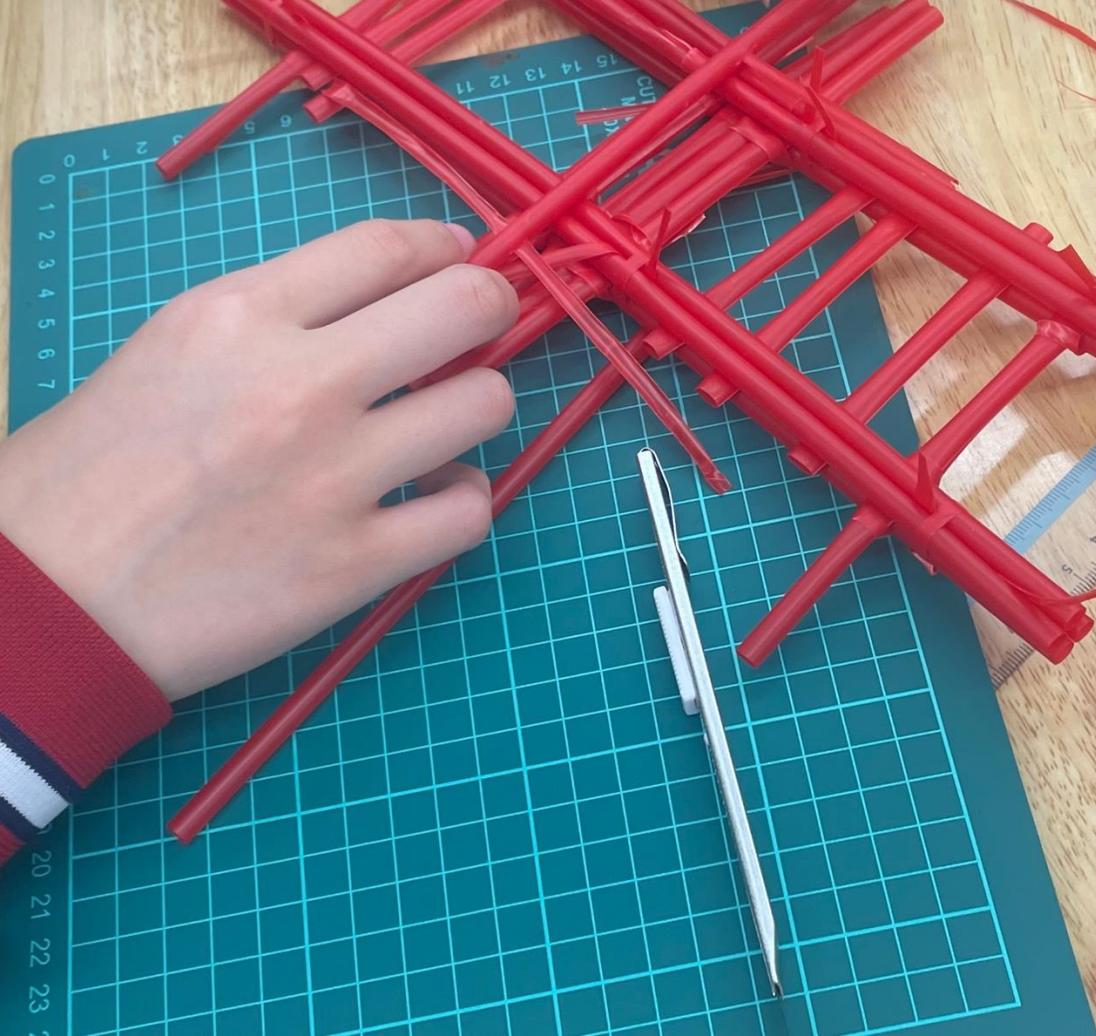


さあ、やってみよう！



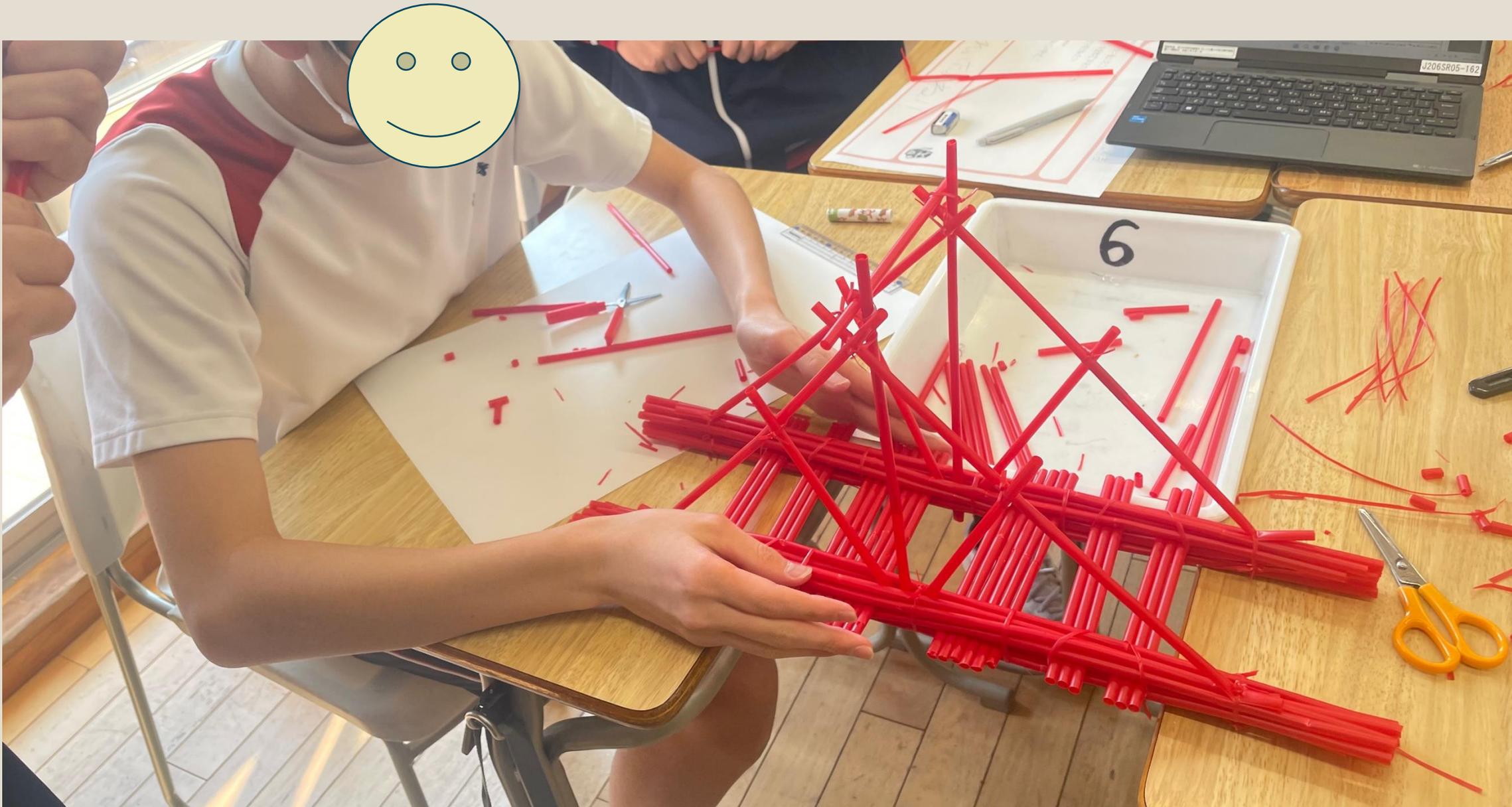


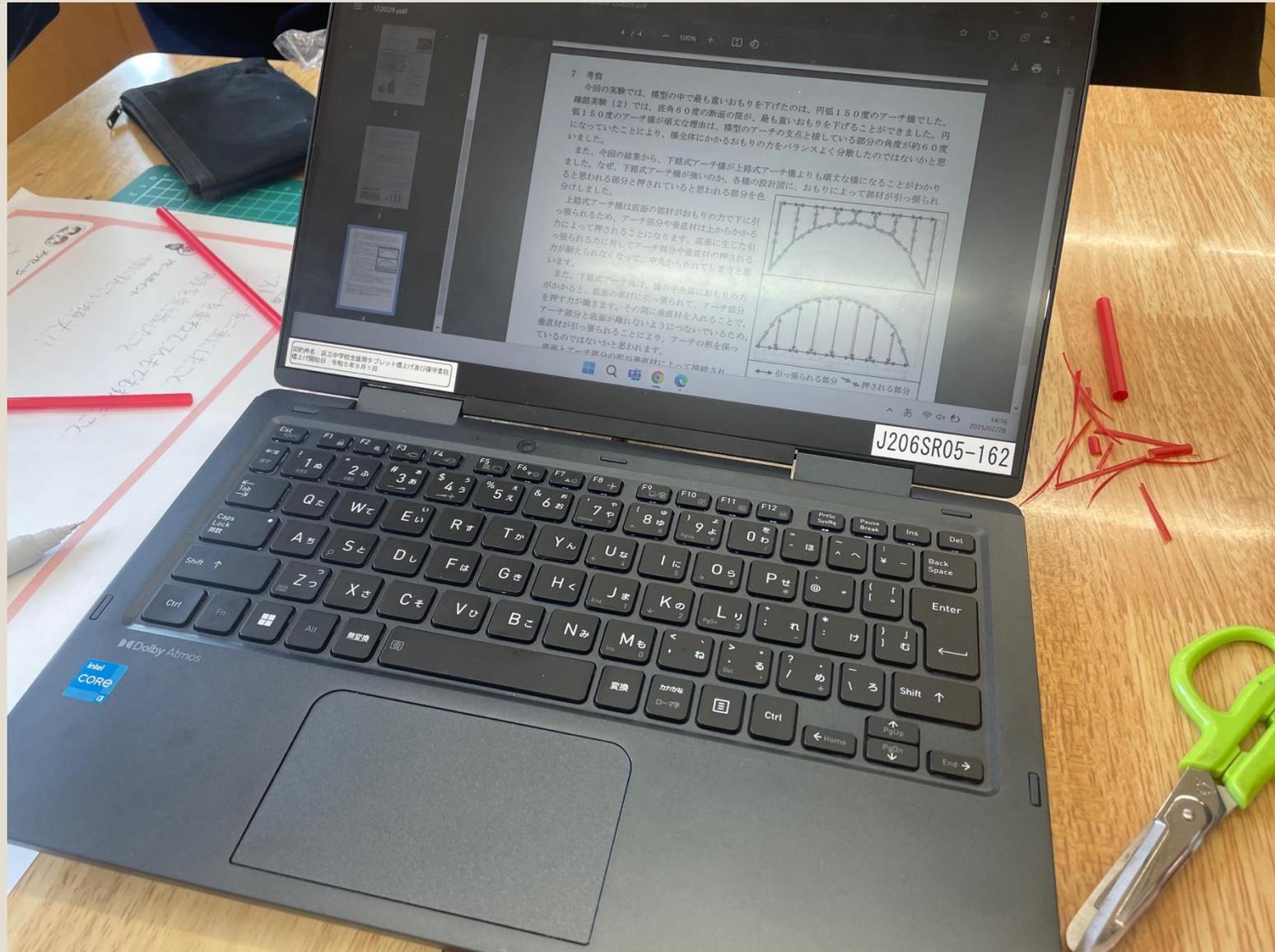
MONO
1/2" Ballpoint
Blue/Black











7 考察

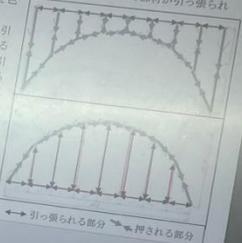
今回の実験では、模型の中で最も重いおもりを下げたのは、円弧150度のアーチ橋でした。確認実験(2)では、底角60度の断面の橋が、最も重いおもりを下げる事ができました。円弧150度のアーチ橋が頑丈な理由は、模型のアーチの支点と接している部分の角度が約60度になっていたことにより、橋全体にかかるおもりの力をバランスよく分散したのではないかと思

また、今回の結果から、下路式アーチ橋が上路式アーチ橋よりも頑丈な橋になることがわかりました。なぜ、下路式アーチ橋が強いのか、各橋の設計図に、おもりによって部材が引っ張られる部分と押されていると思われる部分を色分けしました。

上路式アーチ橋は底面の部材がおもりの力で下に引っ張られるため、アーチ部分や垂直材は上からかかる力によって押されることとなります。底面に生じた引っ張られる力に対してアーチ部分や垂直材の押される力が耐えられなくなって、中央から折れてしまうと思います。

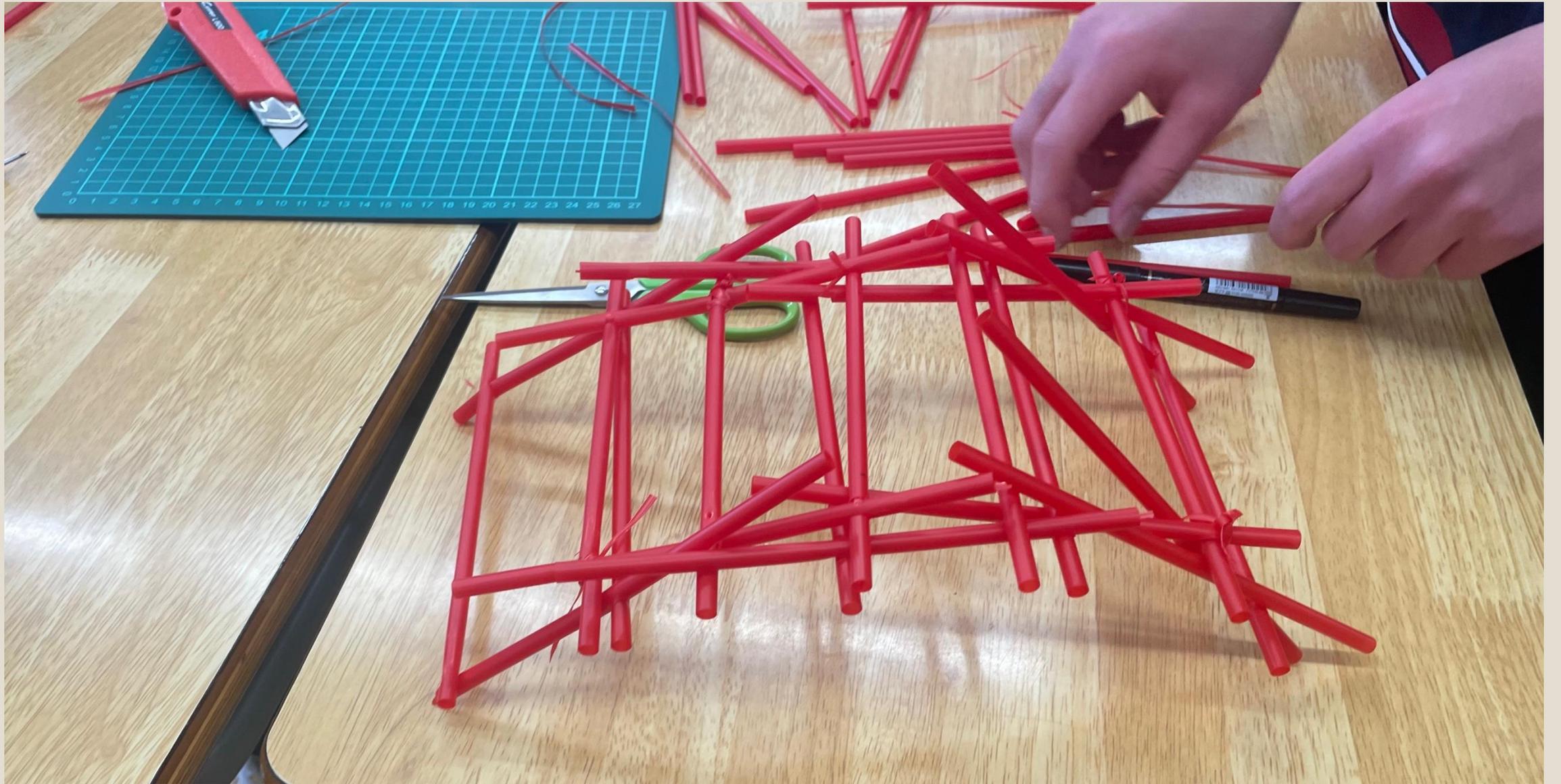
また、下路式アーチ橋は、橋の中央部におもりの力がかかると、底面の部材が引っ張られて、アーチ部分を押しつぶします。その間に垂直材を入れることで、アーチ部分と底面が離れないようにつないでいるため、垂直材が引っ張られることにより、アーチの形を保っているのではないかと考えられます。

※上路式アーチ橋の形が垂直材によって保たれる

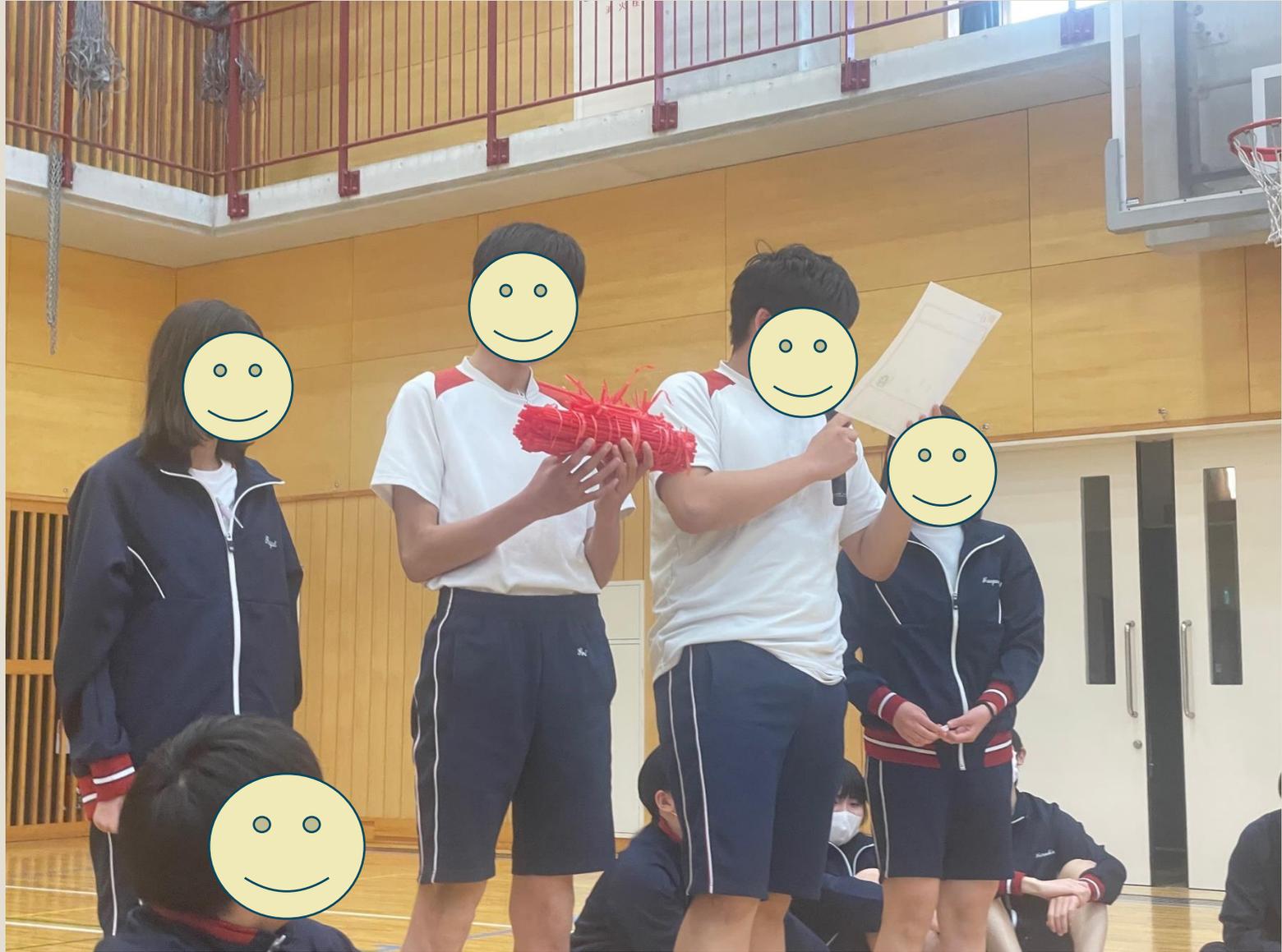


J206SR05-162

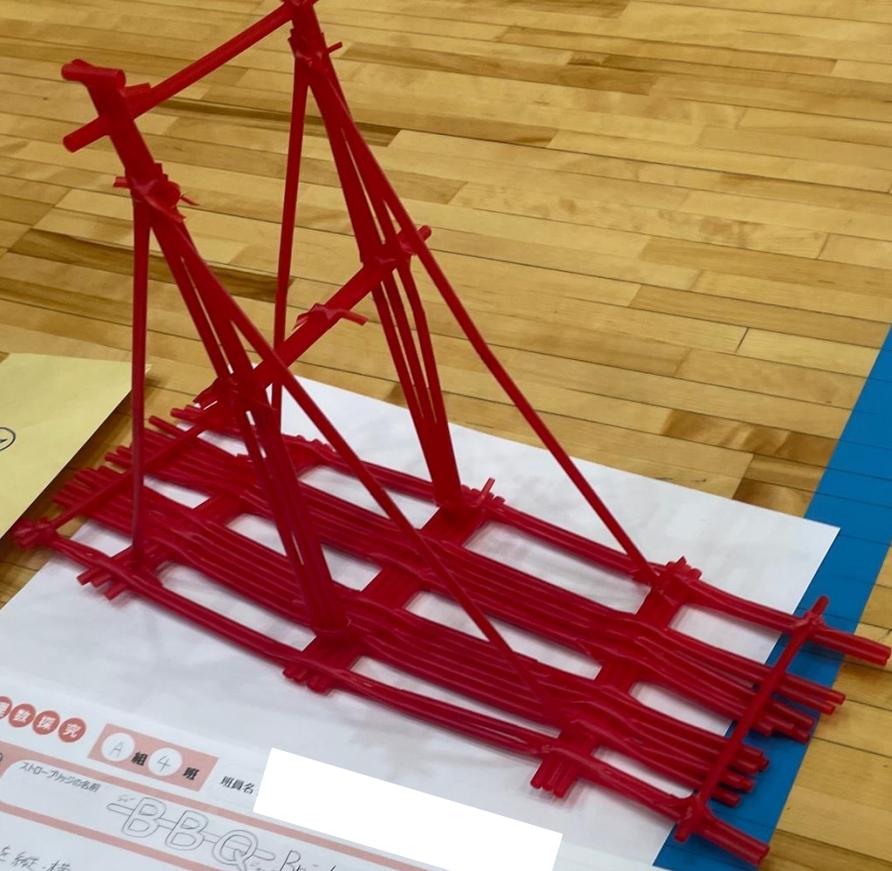
Intel CORE







A組



理科探究 4組4期 氏名

B-B-Q Bridge

① 工夫と理由

- ・ストローを縦・横に交差させることにより、強度を増させた。
- ・斜張橋、弓橋の構造を利用して、力を分散させた。
- ・ストローを細かく切り、右のように利用をした。
- ・土台のここは、強度を上げるために、ストローを二重にして使った。

② 感想

・本物の橋、作ることができて嬉しかったです!! (スモールライトあったら、早く行って歩けそう)

・BBQと弓橋の通し、土台でストローのところにストローが、通っている!!

・橋は赤色に染めました!! (キレイでした!!)

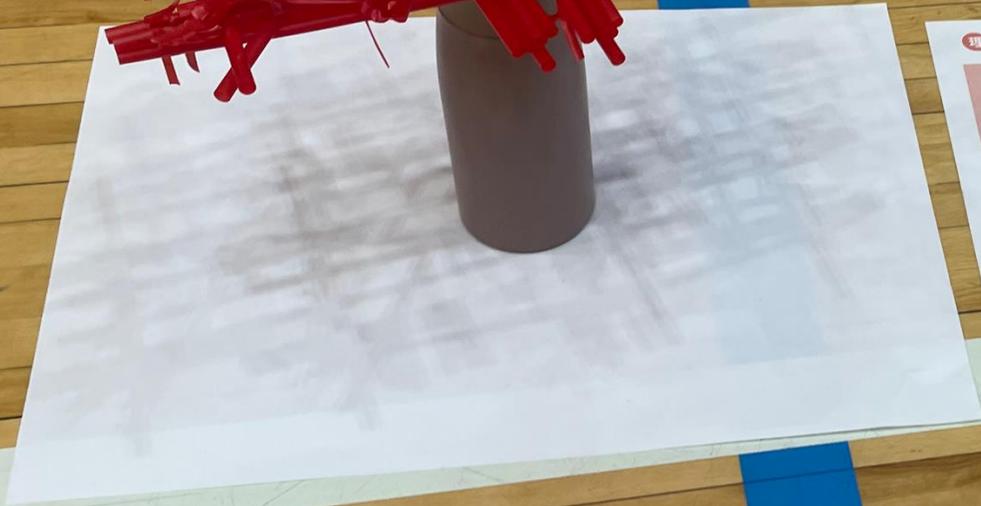
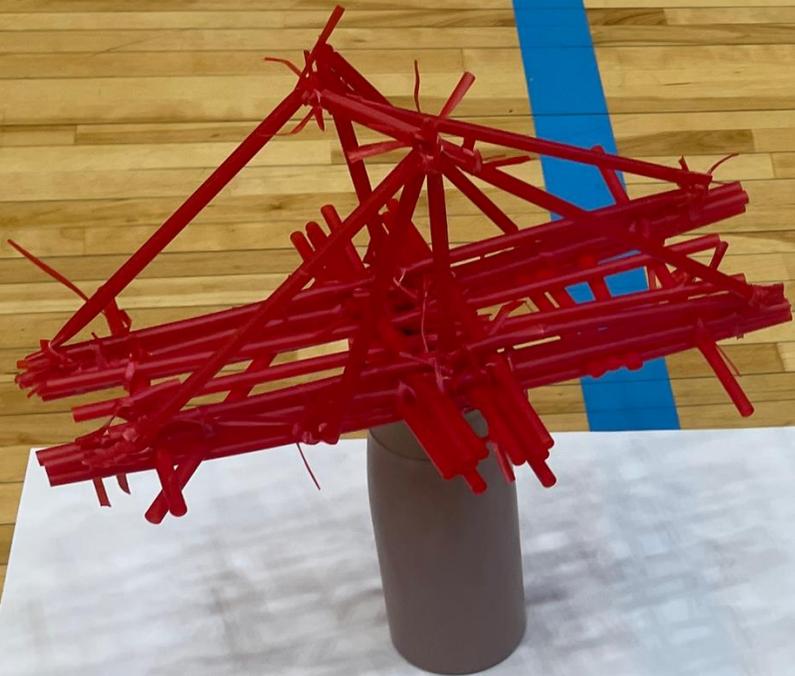
③ 感想

自分たちで作ったのはいいのですが、よく「橋は弓橋だ」と思っています。デザイン性は、も53%のこの強度も高かったです!! 弓橋です!! ですね!! でも斜張橋は「斜張橋」というのを、自分たちが考えたように、理科・数学的な面から考えられていて、そのストローの新しい使い道を見つけたことが、とても嬉しかったです!!





理科探究 B組 担当: [redacted]
 ストロ-の味の名前
月夜 矢野トキ
 BTSに似せ
 完成した点
 ストロ-を 2本 つまむと2本、2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが
 2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが
 2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが
 2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが
 2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが
 アピールポイント
 ストロ-の味をいかに再現するか
 素材の味をいかに再現するか
 2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが1本の強さかつくさず2本どかが
 A-Fとリボンでかわりにア-Fと
 現代アートでアート
 芸術的でアート
 橋を思い文を思い橋を思い文!!
 俺だけを見ろ
 by 五井京子, Minami Tomokatsu
 ベーザル 長谷川 航



理科探究 C組5期 期員名: [Redacted]

ストーリークラスの名称 高橋

工点止点

- フロアを各層の間に設置して、柱と柱を結ぶ。
- 柱と柱を各層の間に設置して、柱と柱を結ぶ。

ポイント

各層の間にフロアを設置して、柱と柱を結ぶことで、構造が安定する。また、各層の間にフロアを設置することで、柱と柱を結ぶことで、構造が安定する。

課題

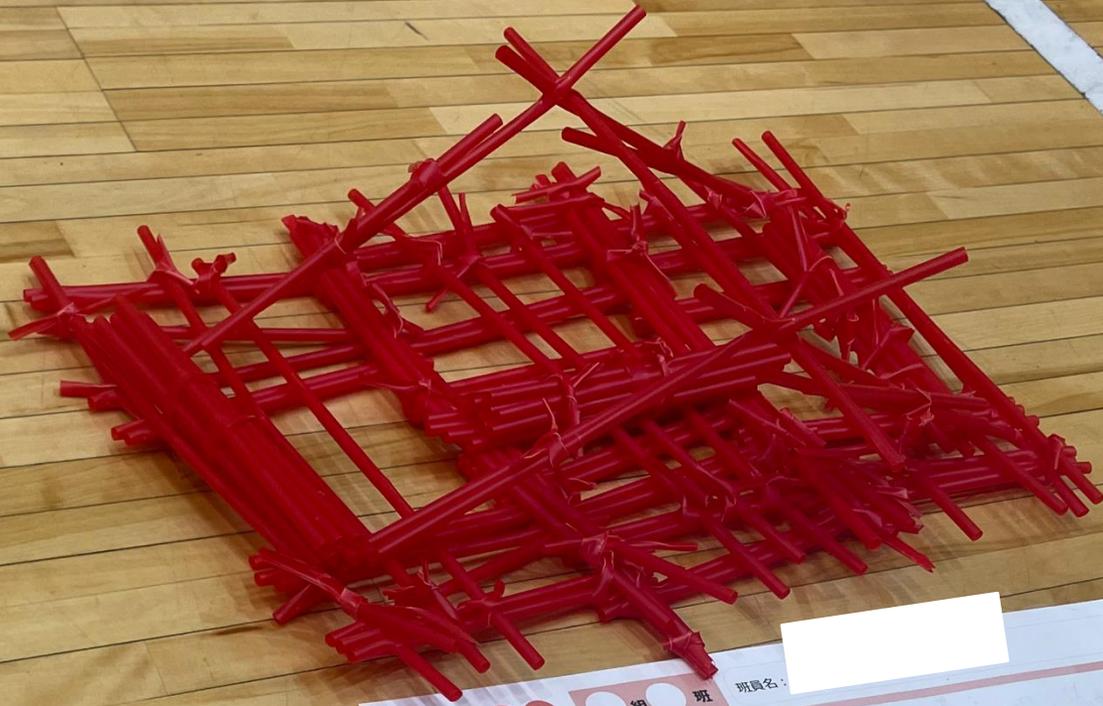
構造が安定する。



C組
⑤

⑦

7組



理数探究

組 班 班員名:

ストーリーアラタの名前

赤し海峡大橋



工夫した点

め、ちを強化した。同着は、一重層構造。変化する点に各着は
 支点を中心に考えた。変化の点(変化する点)は、変化する
 点の赤い点を支える。→ 1階、2階、3階に作る。



ポイント

ストーリーを切り、その点に各着は
 点の赤い点を支える。→ 1階、2階、3階に作る。

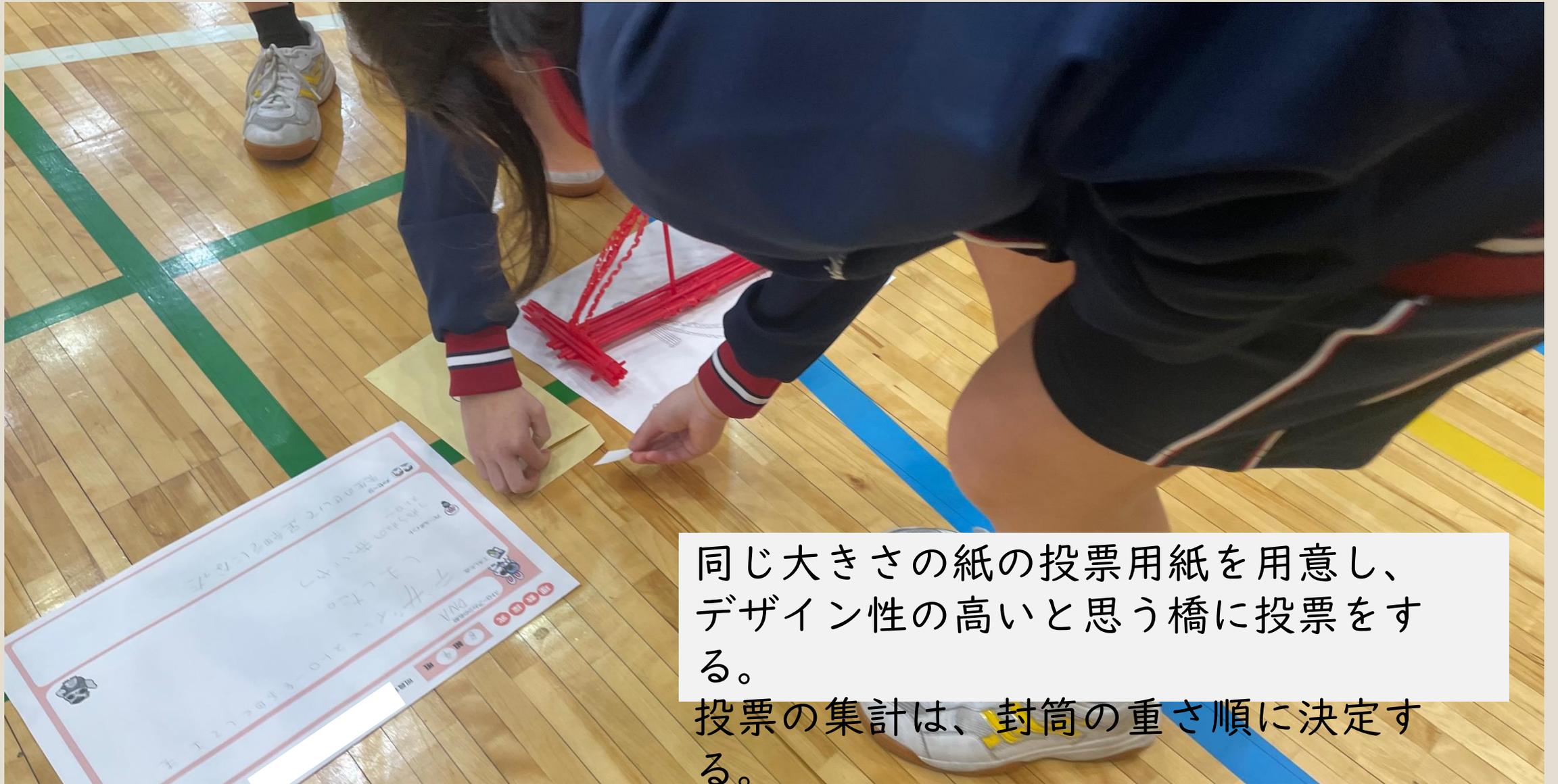


メッセージ

この夏に頑張るために、この夏に頑張るために、
 力を発揮してほしい。





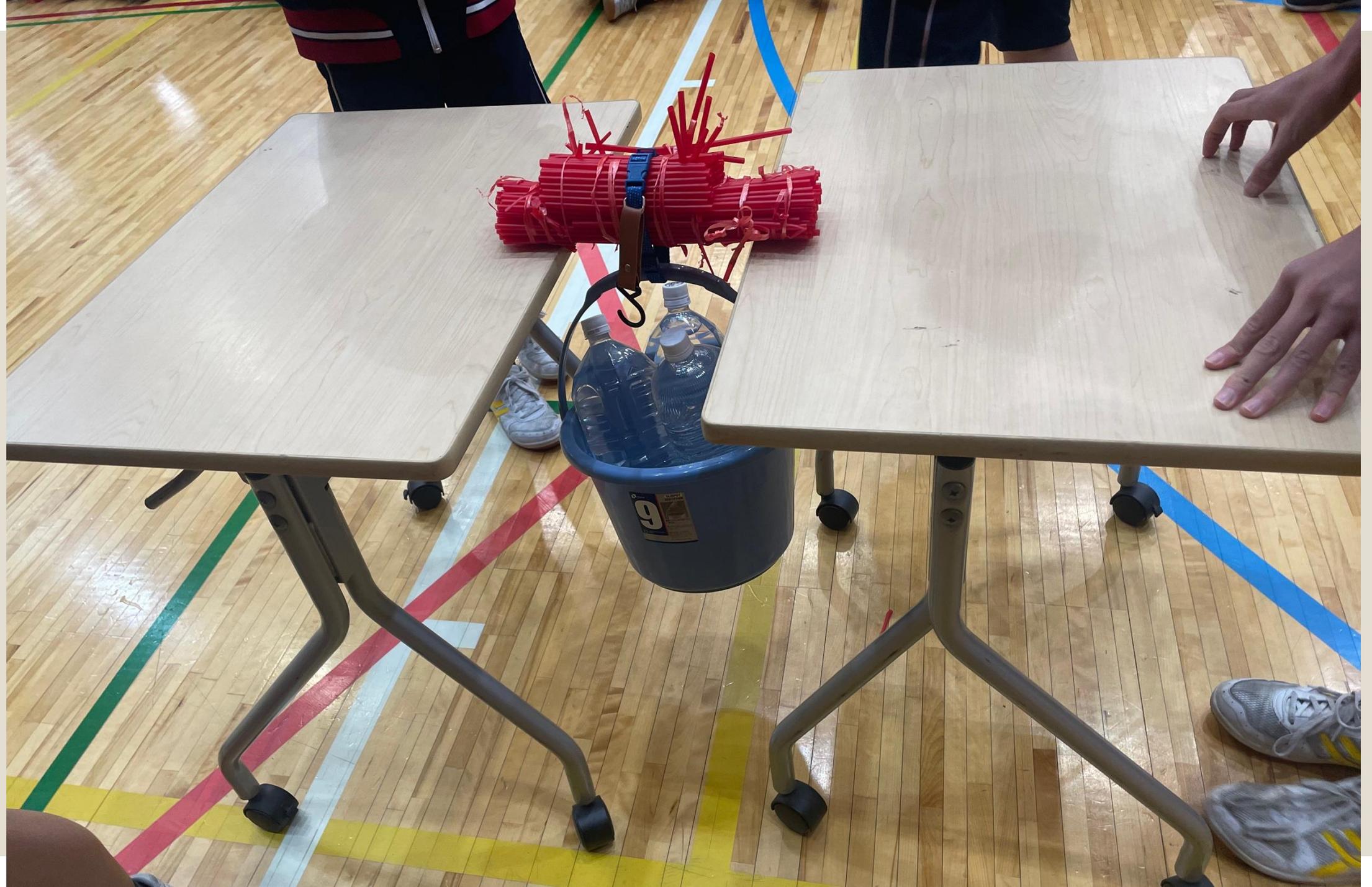


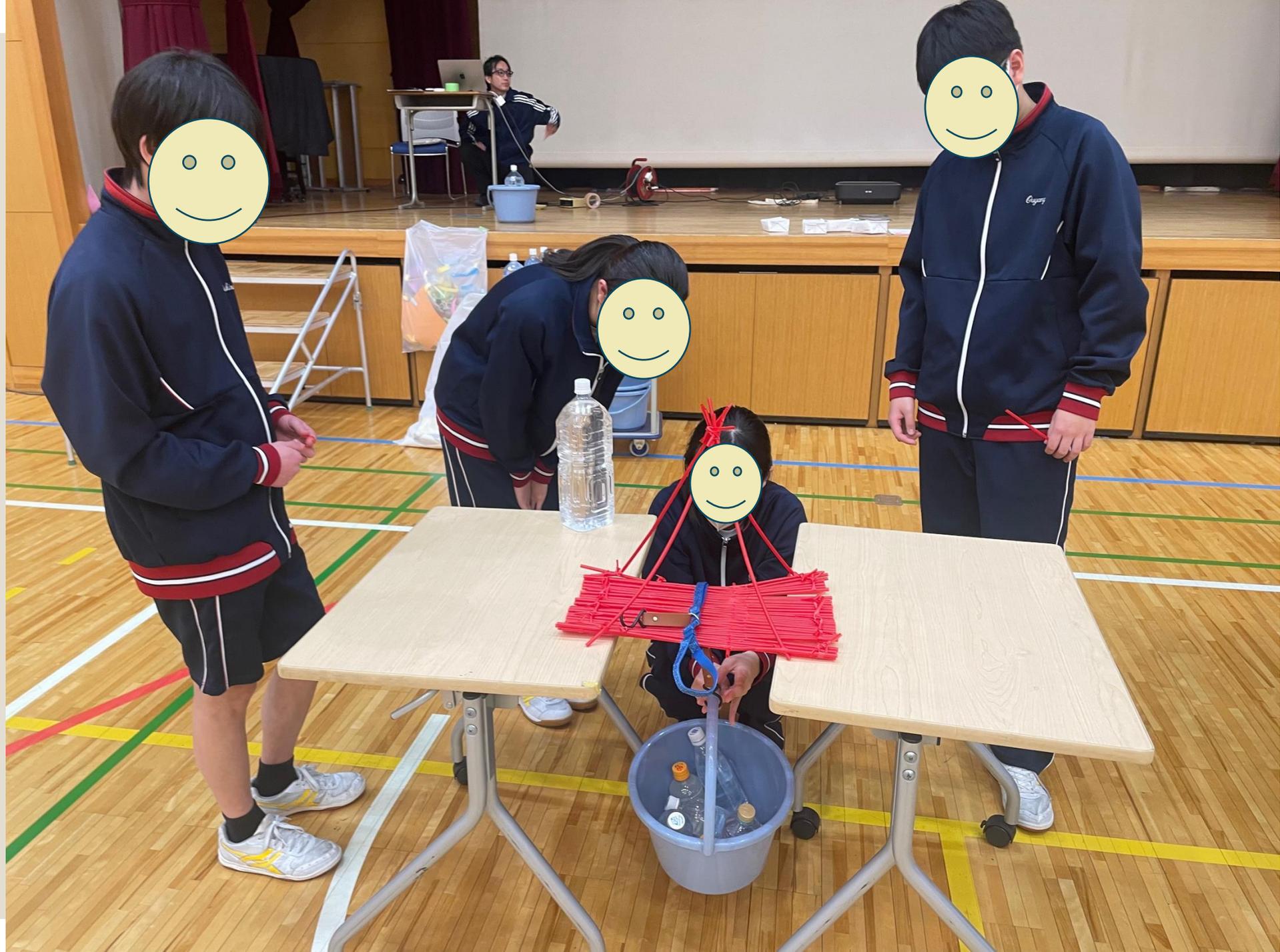
同じ大きさの紙の投票用紙を用意し、デザイン性の高いと思う橋に投票をする。

投票の集計は、封筒の重さ順に決定する。

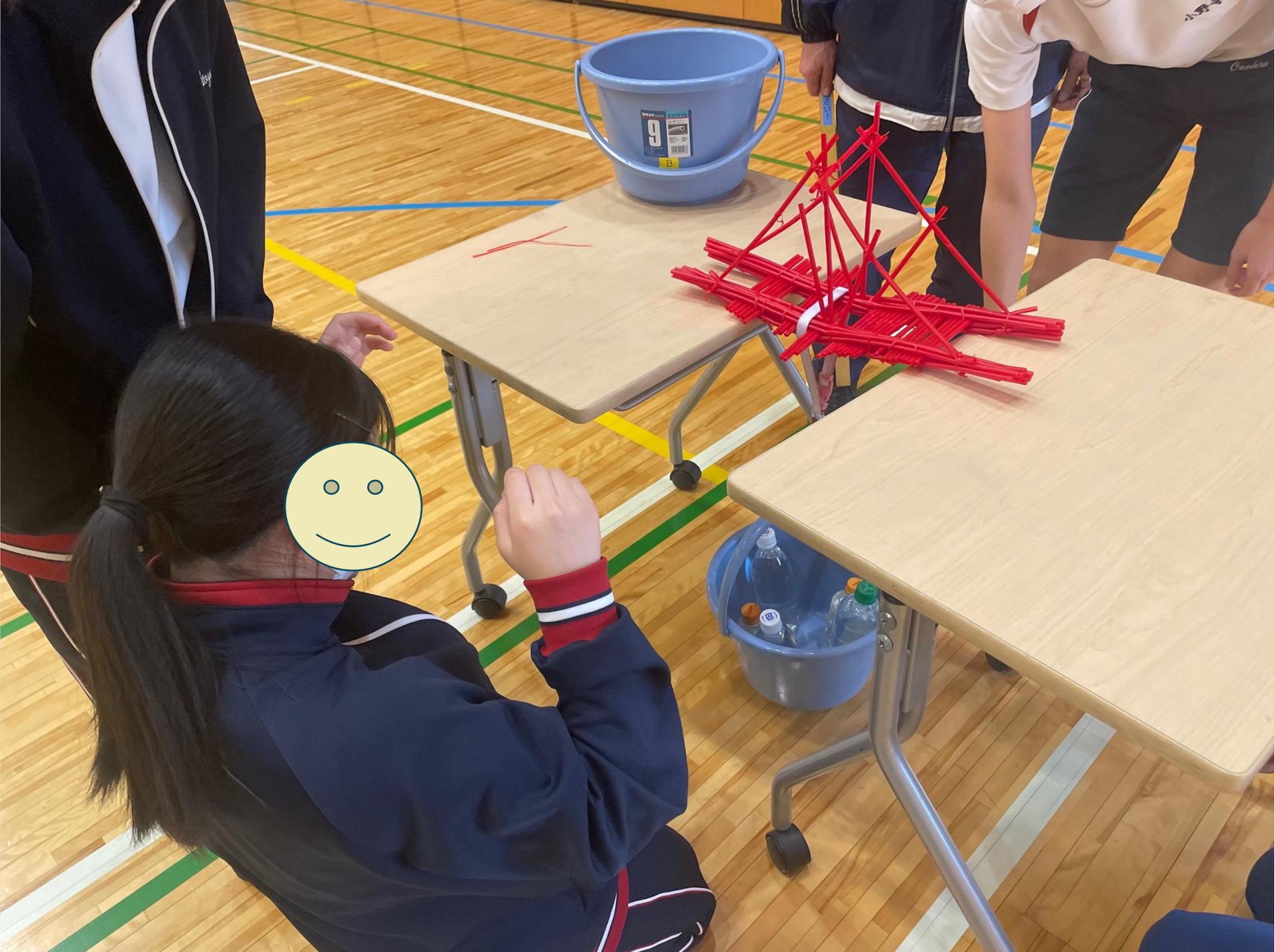


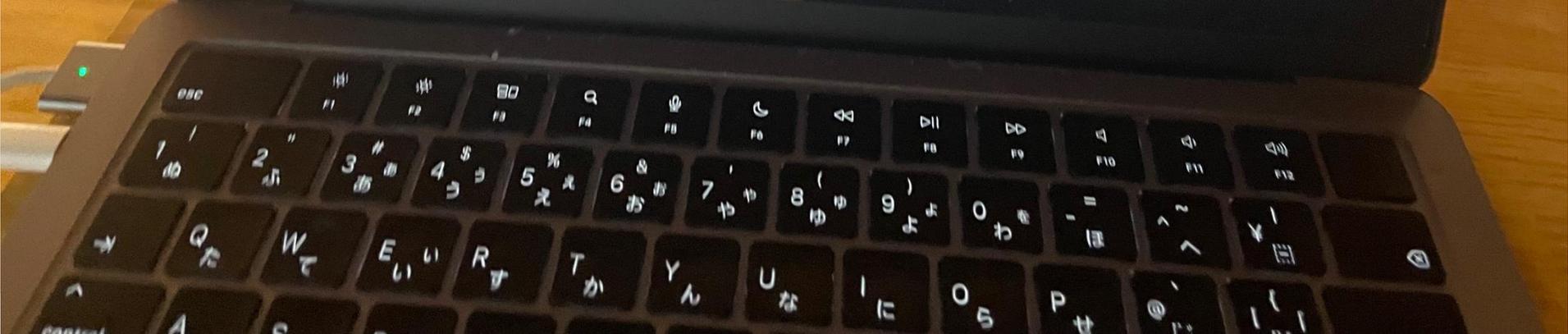
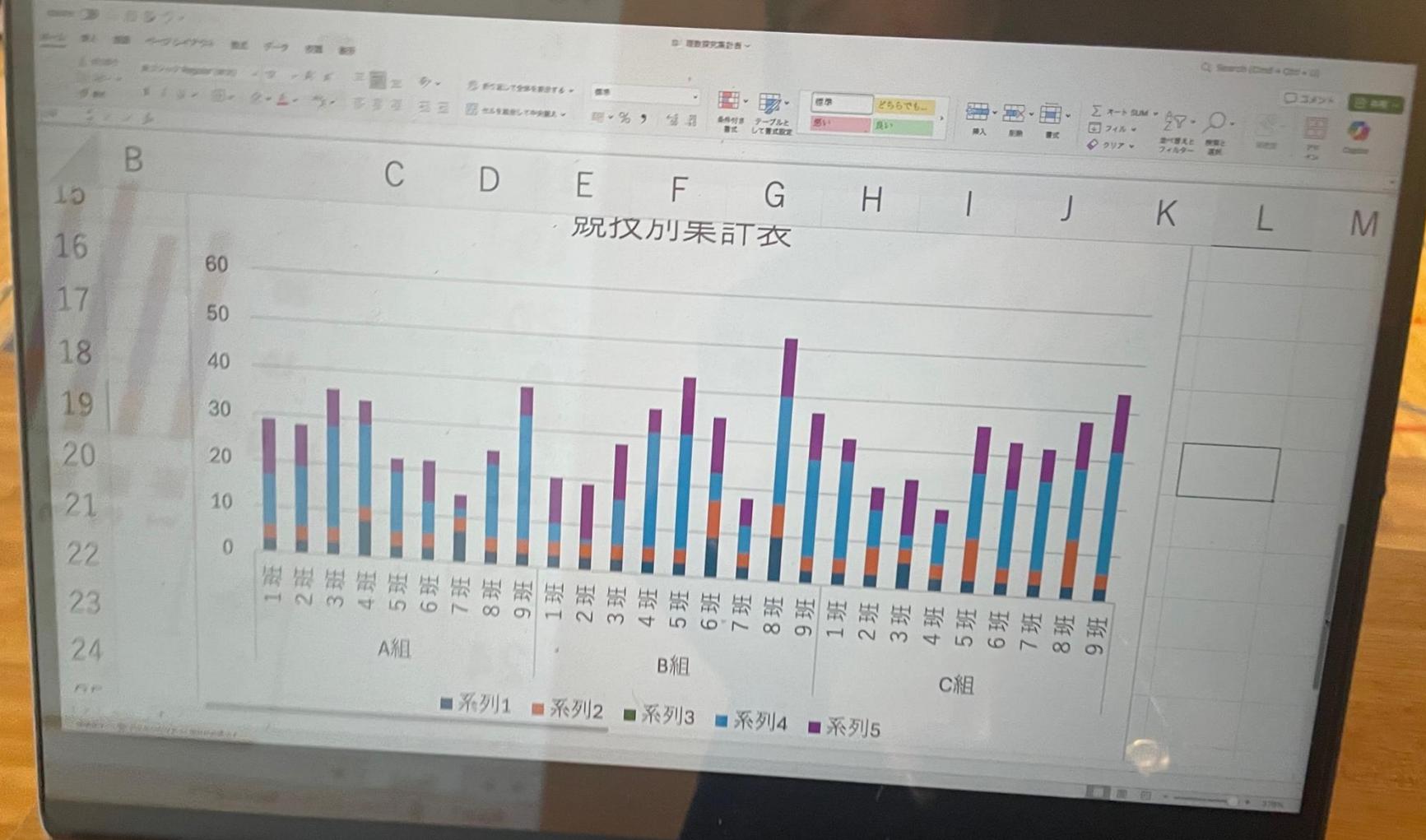




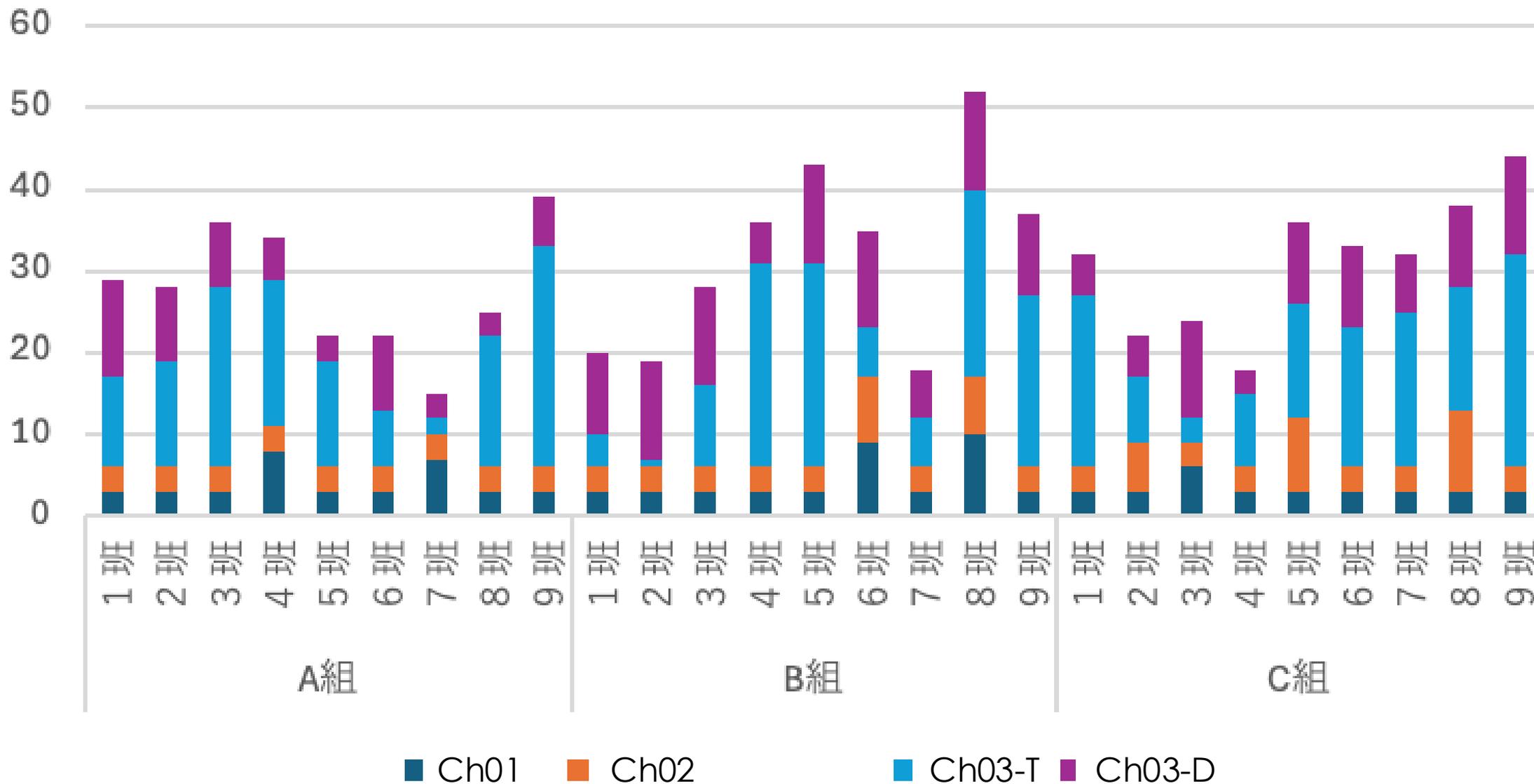








競技別集計表



理数探究に学ぶ

⇒ これからの未来の仕事は、**チームで行う**ことが多い。

お互いが信頼をし合うためには、コミュニケーションが必要になる。得意分野を知り、**適材適所**で活動する。

よりよくなるために声をかけ続ける。

⇒ **粘り強さを出す。トライ&エラーを繰り返す。**

「もういいよね。」と声を掛け合うのか、

「次はこれをやってみよう。」と励まし合うのか。

理数探究に学ぶ

⇒何ができたか。よりもどのように進めようとしたか。
この後に振り返ることが重要。

探究の手法

失敗は成功のもと

= 成功するための1つの手段

課題の把握

自然事象の気付き
(問題発見)

課題の設定

課題の探究

仮説の設定

検証計画の立案
(構想)

観察・実験

結果の分析

振り返り

課題の解決

考察・推論

表現・伝達



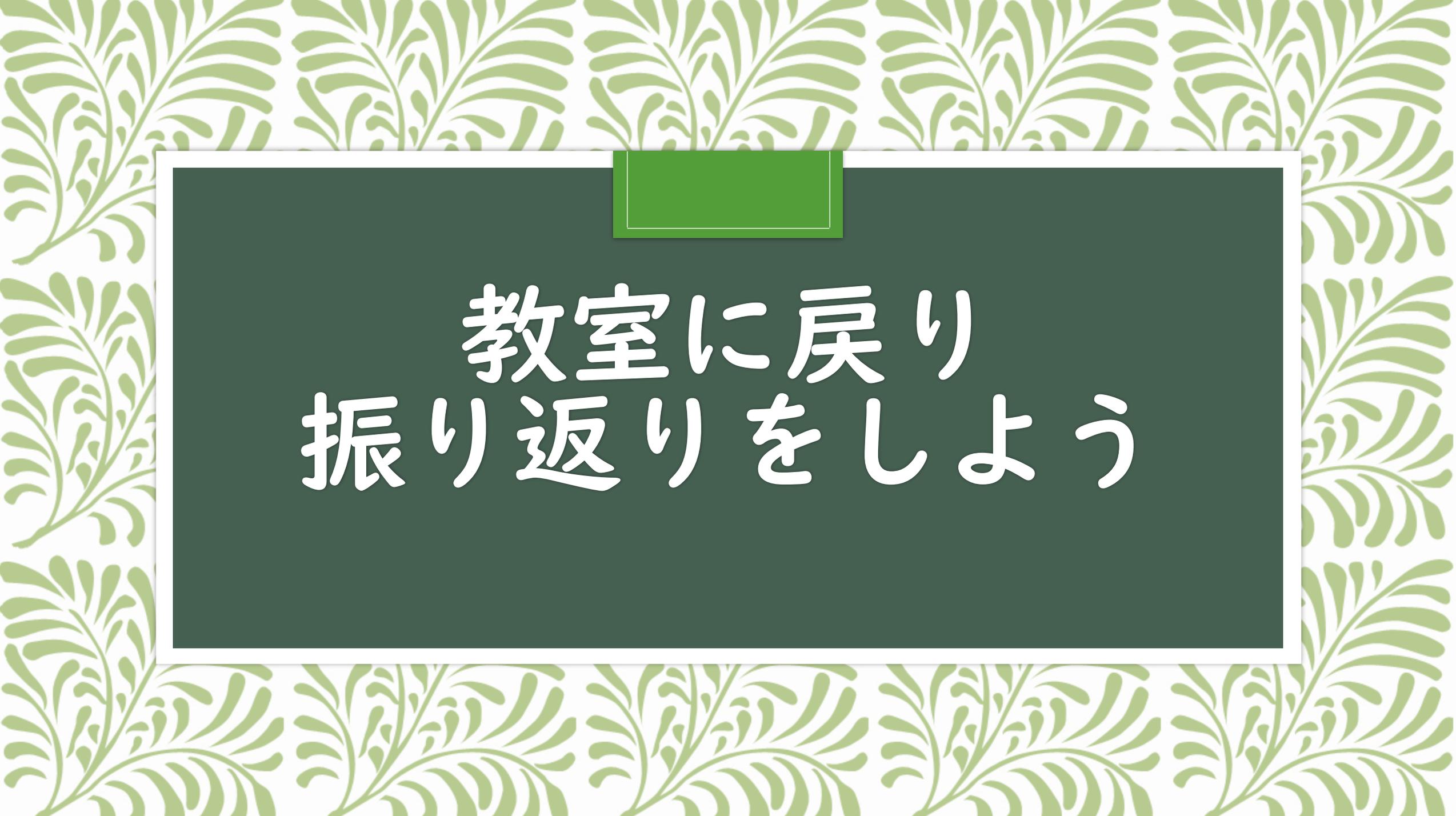
■チームで競う

3つのチャレンジ

この探究学習で得たことをしっかり振り返って、
卒業後のこれからの学びに生かしてください。

人生、学びの連続です！！

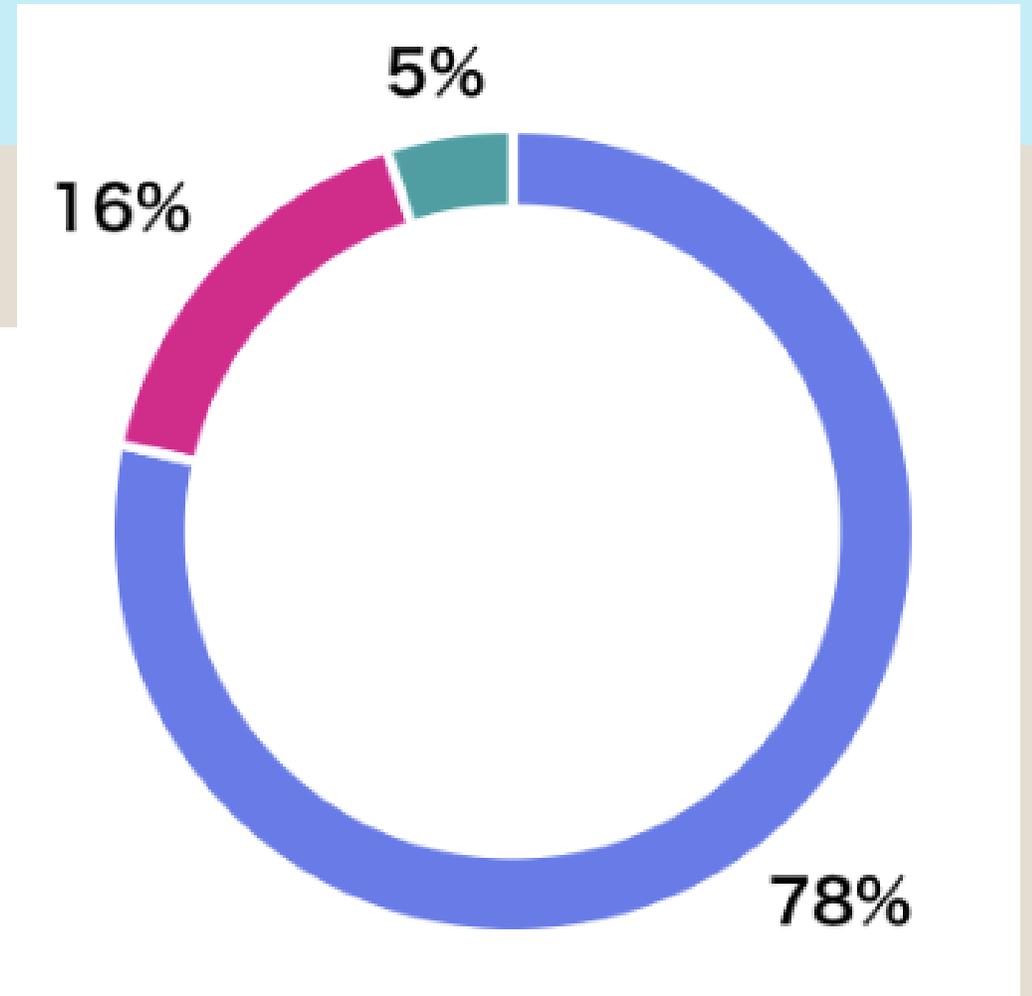
面白がって挑戦することも大事！！



教室に戻り
振り返りをしよう

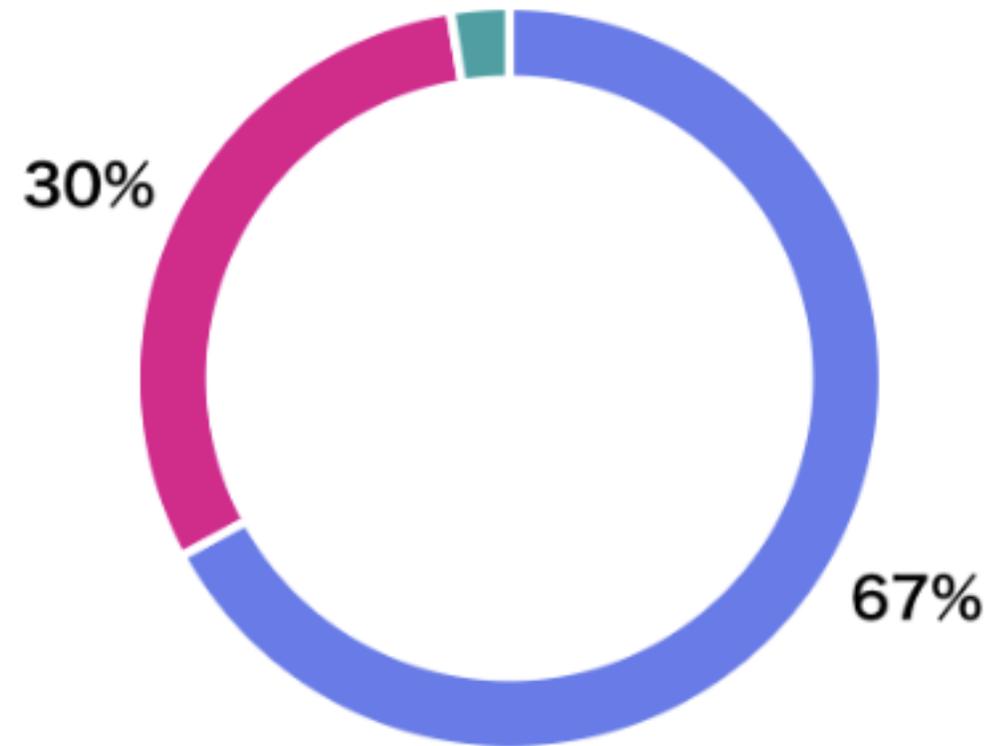
理数探究「3つのチャレンジ」は楽しかったですか。

● 4_とても楽しかった	62
● 3_まあまあ楽しかった	13
● 2_あまり楽しくなかった	4
● 1_楽しくなかった	0



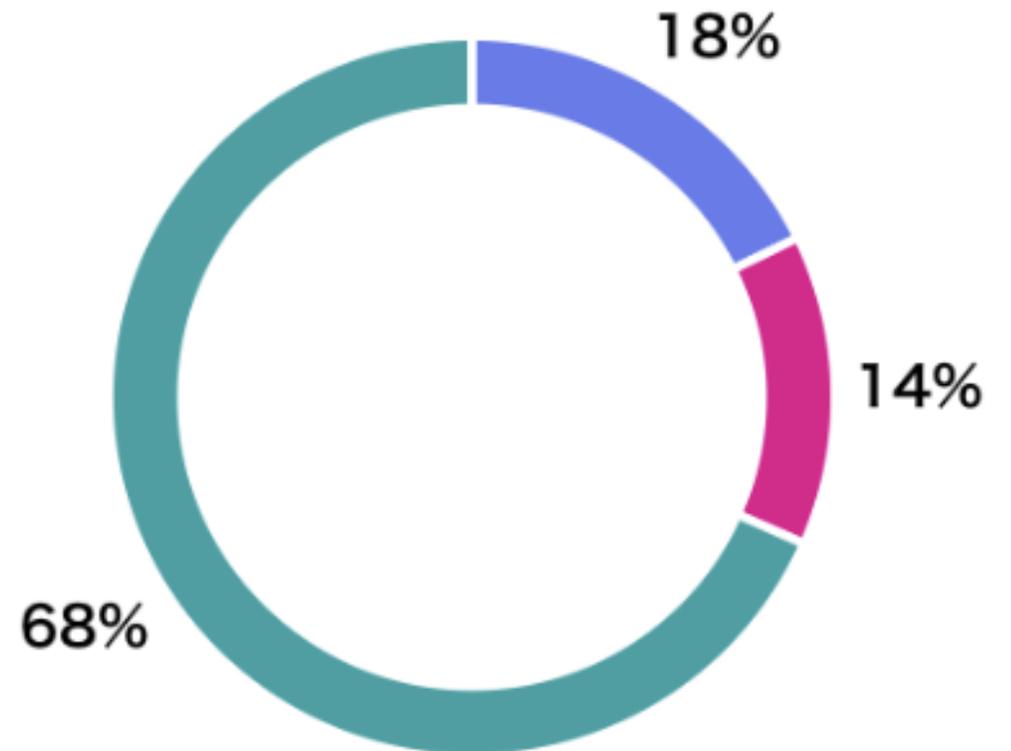
理数探究「3つのチャレンジ」は
これからの自分のためになる
有意義な学びになりましたか。

● 4_とても有意義な学びだった	53
● 3_まあまあ有意義な学びだった	24
● 2_あまり有意義な学びではなかった	2
● 1_有意義な学びではなかった	0



理数探究「3つのチャレンジ」の中で特に有意義な学びになったのはどのチャレンジですか。

● challenge1 「より遠くに飛ばせ！！」	14
● challenge2 「より高く立てよう！！」	11
● challenge3 「より重いものを支えよう！！」	54



特別授業 理数探究「3つのチャレンジ」の学習ではどのようなことを学びましたか

●普段あまり感じることができない、「勉強する意義」を体験することができた。今回は何をやるにしても思考力が試された。その思考力はやはり普段学んでいる数学や理科が基礎となっている部分があると思うので、それを生かしていくことができたと思う。

●理科と数学の違う立場から問題を考えることができました。

●人と協力して何かを作り上げることの大変さを学びました。あとは、失敗して、それを直して新しいやり方に挑戦することでより良いものを作ることができるようになると学んだ。

●限られた時間の中で仮説を立て、それを検証を通して整理しながら考え抜いていくことを繰り返すことで、より生身で理数単元を学ぶことができました。また、仲間と連携しながらそれぞれのアイデアを一つの作品として集結させることの難しさとそのやりがいを感じました。

特別授業 理数探究「3つのチャレンジ」の学習ではどのようなことを学びましたか

◎こんなところにも理科と数学の知識は繋がっているのだと分かって、面白かったし驚きもあった。班で協力し合うとたくさんの考えが生まれて、「三人寄れば文殊の知恵」だということがよくよく実感できる学習だった。

◎トライアンドエラーがとても大事だと思いました。どのチャレンジでも限られた時間の中で条件を達成しなければいけなくて、そのためには頭で考えるよりも様々なパターンを繰り返していくことが、失敗が多くなったとしても成果が得られるのではないかと思いました。飛行機の課題と、紙のタワーはうまくいかなくて、振り返ると同じようなことを繰り返し試していて、異なるアプローチでトライしていれば、もっと良い結果が得られたのではないかと思い、トライアンドエラーが大事だと感じました。

◎一つ目では最初の選択肢を広げる力や他の人を納得させる論理力、二つ目では計画性の大切さと定理や法則を使う力など、三つ目では想像力の大切さを主に学び、全体ではチームのメンバーと意見を交換し合うことで作品を深めることが出来るということを実感しました。

この授業を受けた感想

◎ぼくは理科と数学が得意だけど、本当に現実で利用するときには全然どうやるかわからない。たくさんのわかっている知識の中から必要なものを探すのは本当に難しい。特に飛行機を作る特に最後でどう作るかわかる時にもう時間がなかった。自分が理科をまた勉強する必要がやっぱりあると思った。

◎今回の理科と数学づくりの特別授業はとても楽しかったです！私はもともと理科が好きだったので、本当に最高の授業でした！！「どうしたらうまくいくのかな？」、「あ、あしない？」などとチームで考えて、分担して作る。そうやって、何か一つのことを成し遂げるということが私にとっては本当に楽しいものでした。もっとこんな授業を受けたいです！！楽しすぎます！

◎「作る」や「競う」などの楽しいことを通じて理科的なこと、数学的なことを興味をもって学べてよかった。また、理数が思っているよりも身近に活用できることを知れたいい機会だった。座学だけではなく、たまにはこのような取り組みもあった方がいいと感じた。

この授業を受けた感想

◎久々に1日アリーナで活動できてとても楽しい日だった。また、なかなか学年の全員でこのような授業をするのはなかなかないのでわくわくだった。特に、私が印象に残ったものは、challenge3。ストロー200本を使って3kgの重りにも耐えられるような橋を作ろうというものだ。最初、細かいルールを聞いた時には、セロハンテープなどではるのがだめときいてどうやってつなげればいいのか…？本当に3kgの重りに耐えられる橋が作れるのか…？と疑問しかなかった。しかし、チームのみんなと話し合っていくうちにどんどんアイデアが浮かび、それをもとに全員で協力して取り組みことができた。班員の仲も深まったし、最高の思い出をつくることができたのでほんとによかった！！！！残りの中学校生活も全員で協力して最高の思い出をつくっていききたい。

◎より良いものを作るためにグループのメンバーと試行錯誤しながら制作し、上手くできた時の達成感が味わえたことがとてもよかったと思う。また、他のグループの作品を見て、どうやったらさらに良い作品ができるかどうかアイデアをもらうことができたので、今度試してみたいと思った。自分でよく考えてやってみることが多く、新たな発見もたくさんした、とても面白い授業だった。理科や数学の授業で学習したことを実際に体験することができて学習がさらに深まった。

この授業を受けた感想

◎他人と協力し合うことは比較的、得意だと思っていたけれど、今回の学習は結構難しかった。みんなチャレンジごとにたくさんの考えを生み出しているから、それらを合わせてみんなが納得できる作品や方法にすることが難しかったと私は思った。でも、上の文章でも書いたけれど、4人だと本当にたくさんの考えがあって自分の新たな学びに繋がった。納得させられる考えもあったり、すごく驚くような考えもあって、本当に面白かった。社会に出ていくと他人と協力するという事は本当に大切になると思うから、この経験を大切にしていきたい！！

◎一日中理科と数学だと聞いたときは、どちらも苦手教科だったということもあり、どのような授業なのかなと不安だった。けれど、いざ始まると、全然「学習」という感じじゃなくて、みんなでわちゃわちゃしながら実験ができて楽しかった。主に実験がメインとなる授業で、どのようにしたら遠くに飛ばせるのか、高く立てられるのか、丈夫な橋を作れるのか考察し、体験して、結果を分析する。「考察」・「体験」・「分析」この三つから学べる事ってたくさんあると知った。クラスでなく、学年のみんなで行うという点も特別感がありよかった。アイデアの幅が広がり、色々なことを知ることができた。より深く考えることができたし、視野も広がった。

この授業を受けた感想

◎今までに受けたことのない授業で、班の人たちと協力し、試行錯誤をして課題に取り組むのが楽しかったです。特に印象に残っているのはchallenge3で、橋の美しさと頑丈さを両立するのがとても難しかったです。しかし班の中で役割分担をして、私も自分なりにのりなどを使わない三角形の作り方を考えたり、同じ班の人にやり方を教わって部品を作ったりすることが面白いと感じました。またほかの班の人たちの橋を見て、のりなどを使わなくてもこのような作品ができるのだなと驚きました。

◎とにかく楽しかった。友達の考えが自分と違って、面白かった。ストロー橋で、検索してみても超丈夫と書いてあったけれど、実際に作ってみたら、しなやかに耐えてたけれど、沈む形で耐えるから、長さが足りなくなってしまったので、情報や知識と、実際の動きを想像して実践することが大事だと思った。人と一緒に考えることで自分に無かった考え方とか意見に出会えてより良いものが作れるようになるんだなと思った。

この授業を受けた感想

◎どのチャレンジも初体験のものでした。どれも遊びのようであり、成果を出すには論理的思考がひつようなもので楽しかったです。まわりをみると、いろいろなアプローチの仕方をしている班があってまわりを見ているだけでも面白かったです。限られた時間の中で成果を出すのは難しいことだけれど、これから大事になっていく能力でもあると思うので、また同じ様な授業を受けたいと感じました。一番うまくいったのはブリッジをつくるチャレンジで、デザインと強度とバランスのとれた自分の中では満足のものをつくれたけれど、一番面白いと思ったのは紙タワーのチャレンジでした。積みば積むほど崩れやすくなるので、高さでバランスの両立をとる良い方法が思いつかなくて、自分の班は細い柱を作って組み立てたけど、ほかの班は大きい柱を直接上に組み上げていてその発想というか、思考の転換ができていなかったのもので、新しい発見がありました。

◎理数の面白さが分かった、友達と協力して1つのものを作るのが良かったと思います

◎私はこの中学校3年間ずっと、理数が苦手だと思い込んでしまっていて、期末試験の勉強の時や、受験勉強の時以外は自主的にやることは少なく、一步踏み出せずにいたのですが、今回丸一日理数探求の授業・体験学習をして、けっこう理数の苦手意識が自然となくなったなと感じました。

ただ聞いているだけでは身につかないので生徒自身が直接学ぶことができ、さらに身近に感じるものばかりの体験学習はすごく楽しかったし、たくさんの学ぶを得ることもできたのですごくためになった一日だったかなと思いました。また、すべての実験も得点化されていたので一生懸命取り組むことができたのでよかったと思いました。また、こういう体験型学習を試してみたいなと思いました。本当に楽しかったです。ありがとうございました。

◎グループで考えてアイデアを出していくというのは楽しいなと感じた。自分では思いつかないアイデアをその場で聞けるということは超時短で学習することができるということなので。ま理数の面白さが分かった、友達と協力して1つのものを作るのが良かったと思います。た、役割分担して効率よく作業を進めていく気持ちよさも感じることもできた。何より、自分が好きな数学（理科も好きになる予定）が日常生活に生かせるという希望を感じれたことが一番の楽しみかなと感じた。