



サイエンスステイム

powered by  Science Portal

STEAM教育 の ヒント

中学校編

 国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

Contents

中学校編

はじめに

STEAM教育の視点とは？	3
学校外との連携	3
本書の概要	4
本書の活用の仕方	4

事例① 「光の心象表現」

指導案

授業概要	5
年間スケジュール	5
教材の目標／ねらい	5
単元計画	6
評価のポイント	7
導入授業(3時間分)実施内容	8
展開(4時間分)授業内容〈LEDライトの理解〉	9
展開(4時間分)授業内容〈心情の表現〉	10

副教材

ワークシート	19
--------	----

事例② 「切断立体」

指導案

授業概要	22
年間スケジュール	22
教材の目標／ねらい	22
単元計画	23
評価のポイント	24
「フォームブレスト」授業展開	25
「制作～前半～」授業展開	26
生徒作品例	26

副教材

ワークシート	30
--------	----

巻末付録	31
------	----

◆STEAM教育の視点とは？

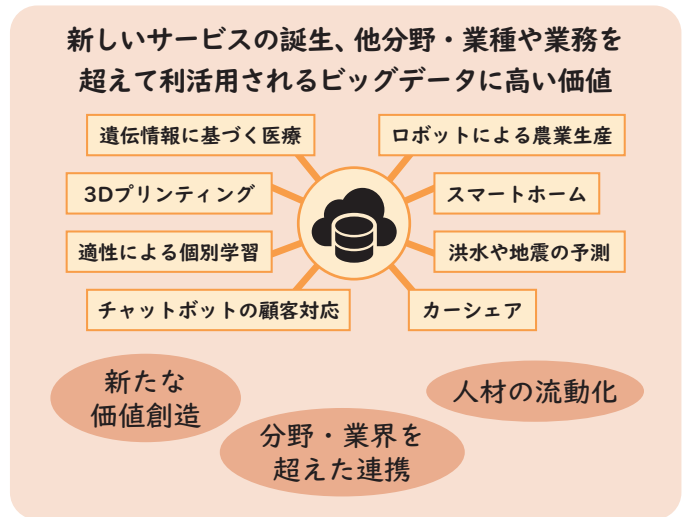
STEM＝科学(Science)・技術(Technology)・工学(Engineering)・数学(Mathematics)の4要素に加えて、芸術・文化・生活・経済・法律・政治・倫理等の広い範囲を定義した「A(Arts)」を含めたのがSTEAMです。

私たちはSTEAMを構成する各分野が複雑に関係する現代社会に生きています。これからの社会では従来とは異なる思考や発想が必要であり、新たな価値を創造し、新しい社会の創り手となる人材が求められています。

サイエンスをベースに、異分野への興味関心、多様な知の受容力、社会的文脈や社会的課題への感覚を養う「STEAM教育」は、課題解決・価値創造に向けたプロセスそのものであり、初等中等教育段階からの分野横断的な学び・「STEAM教育」の重要性が増しています。

これまで…

今、これから



※内閣府 総合科学技術・イノベーション会議の資料を基に作成

◆学校外との連携

「STEAM教育」は、学校内だけでなく、社会全体として様々なステークホルダーが連携し、共に教育実践を行うことで、次世代育成への参画、世代を超えた社会教育の向上へとつながっていきます。

小学生・中学生

- ・好奇心に基づいた学び
- ・理数教育の系統的な学びの充実
- ・教科横断的な学び
- ・課題解決型の主体的な学び



高校生

- ・「総合的な探究の時間」等での本格的な実施
- ・文理融合型や地域社会に関する学科等の新設



【参照】・STEAM教育等の各教科等横断的な学習の推進
・Society 5.0の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ

◆本書の概要

教育現場では、教科の本質の学びとともに、教科の枠組みを超えた実社会に生きる学びとして、「STEAM教育」の要素を探究的な学習活動の中に取り入れる動きが出てきています。

学校向けの教材制作なども広がり、導入の選択肢が多くなりつつある一方、実際の教育現場での活用に沿ったものが少ないなど、授業実践への導入には高いハードルとなっている背景があります。本書では、そのようなケースにも対応できるように、実践例を基にした「STEAM教育のヒント」として授業実践時の導入ポイントなどを具体的に記載しています。

小学校、中学校、高等学校での「STEAM教育」における学習の目的、学習指導要領に照らした学習展開等にも活用されることを第一に考え作成しました。



◆本書の活用の仕方

本書では、児童生徒が主体となり、ゴール設定だけではなく、試行錯誤しながら学びを探究するプロセスもポイントになっています。

授業実践にあたって、各学校や地域の学習環境に合わせた学習展開を考えるヒントとしてご活用ください。

【活用例】

例1 本書に掲載されている指導案や教材、ワークシートをそのまま授業等で使用する。

例2 本書の内容を「STEAM教育」の題材の1つとして利用し、授業の流れを自由に組み立てる。

例3 テーマを自由に設定したうえで、授業の組み立て方の参考として活用する。

例4 本書に掲載された資料を基に、現場の実態やニーズに即した授業展開を自由に組み立てる。



事例①

「光の心象表現」

指導案

◆授業概要

国語の教科書に掲載されている小説「少年の日の思い出」を題材に、心情の読み取りを行い、読み取った心情を光や形を使って表現するという、国語・理科・美術を中心とした教科横断型の授業を実施する。

◆年間スケジュール

【中学1年生】

	1学期				2学期				3学期		
	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
国語						「少年の日の思い出」 →ワークシートを使って、 心情を自分なりに表現する					
理科						「光と音」 →副教材を通して、 光の三原色と 影のつき方を学ぶ					
美術		「色や光の特徴を 知ろう」 →光の三原色の加法 混色を体験する							「形と色」 →複雑な心情を ペーパークラフトで 表現する		

※本書で紹介する授業の一例として、関連のある教科・単元を記載します。どの授業でも導入しやすいよう実施の時期の指定はしていませんが、導入時期に迷う場合は上図のスケジュールをご参照ください。なお、各教科・単元の実施時期は一例で、学校準拠とします。

◆教材の目標／ねらい

1. 実施日時 通年5月から3月(計10時間程度)
2. 実施教科 国語 理科 美術
3. 学年 中学1年生
4. 単元名 「少年の日の思い出」(国語) 「光と音」(理科)
「色や光の特徴を知ろう」「形と色」(美術)

5. 授業全体の目標

光の原理や光の三原色の加法混色、また光を当てたときの影の見え方を理科や美術からの体験を通して知り、国語の「少年の日の思い出」の「僕」の複雑な心情を場面ごとに光を用いて表すことができる。

本時は中学1年生の授業として実施をしているが、電流の理解を広げる2年生や、抽象的な情報整理を深める3年生での実施も可能である。

6. 教科ごとの目標

国語：「僕」の心情を形や色で表現する。

理科：光の三原色とそれらの光を当てたときにできる影の色の見え方の原理を知る。

美術：光の三原色の原理を用いて、伝えたいことを表現する。

◆単元計画

月	時数	概要	内容	関連教科
5~6	3	色や光の特徴を知る。	①光の三原色について学ぶ。 ②色や光の三原色の混ざり方について学ぶ。	理科：三原色からなる光の性質を理解する。 美術：色の混ざり方の法則を体感する。／既学習の色がもつイメージの復習を行う。 📌 学年外の関連教科と単元 【理科】小3「光と音の性質」
10~12	4	心情を自分なりに理解する。	①心情の読み取り方を学ぶ。 ②心情を表す語彙を増やす。 ③心情を自分なりに理解し言語化する。 ④友人の意見を聞き、さらに理解を深めたり、新たな視点を得たりする。	国語：心情を読み取り、それを表現する。
10~12		影の重なりを学ぶ。	①LEDについて学ぶ。 ②影のでき方を学ぶ。 ③ライトを組み合わせたときの影のでき方を学ぶ。	理科：LEDの原理と光の三原色、影のでき方について理解する。 美術：色と光の三原色を理解する。 📌 学年外の関連教科と単元 【理科】小3「電気の通り道」、小4「電流の働き」、小6「電気の利用」、中2「電流」
1月下旬 ～ 3月上旬		右記①～③を活かし、作品で表現する。	①心情を表す色について自分なりに考える。 ②色を表現できるよう、ペーパークラフトを組み立てる。 ③光の当たり方・影のでき方を調整する。	国語：読み取った心情を色や形等の別の形で表現する。 理科：影のでき方の仕組みを自分の作品に応用し、再現する。 美術：形や色を使って表現する。
	3	まとめ	鑑賞会	理科：知識を応用できたか。 国語：心情の表現ができているか。 美術：伝えたいことをうまく表現できているか。

この単元を行うためには、次のものが必要となる(2名1組とした場合)。

【使用する材料と道具】

No	物品	価格(目安)	備考
1	工作用厚紙(白色)	100円 (A4×4枚)	消耗品。
2	色画用紙	500円 (B4×30枚)	消耗品。
3	カッターナイフ	100円 (1本)	厚紙が切れる通常のカッターナイフであればどのようなものでもよい。
4	色セロハン (赤色・緑色・青色)	500円 (1組)	消耗品。
5	LEDライト 3個	500円 (1個)	赤色・緑色・青色の各色の色セロハンで発光部を覆って使用する。 (高額だが各色のLEDライトを購入してもよい) 予備で多めに買っておくもよい。 また、電池も余分に買っておく。

※材料、道具は一例となります。ペーパークラフトの作品は1人1作品制作します。

◆評価のポイント

本教材では、美術で評価を行い、国語・理科については教科ごとの定期考査にて評価を実施する。美術での評価のポイントは色の原理の理解について5段階で評価をする。国語と理科の評価は考査に既存の形で入れる。

【美術評価】

基準	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
5	自己の目指す表現に対して素材と光の特徴を非常に効果的に使い、幅広い知識も活用している。	色の三原色と光の三原色をともに理解している。
4	自己の目指す表現に対して素材と光の特徴を効果的に用いることができている。	
3	自己の目指す表現に対して素材か光、どちらかの特徴を効果的に用いることができている。	色の三原色と光の三原色のどちらかを理解している。
2	自己の目指す表現に対して素材か光、どちらかの特徴を用いることができている。	
1	素材と光、どちらの特徴も活用できていない。	色の三原色と光の三原色をどちらも理解していない。

※生徒同士で評価を行い、それを評価に入れてもよい。

このページでは、次の展開(4時間分)につなげるための、基礎作りとして必要な内容を記載する。通常の指導案等とは異なり、2つの学習活動については並列して行い、次の展開へとつなげていく。

◆導入授業(3時間分)実施内容

時間	学習活動	予想される生徒の反応	留意点	教材
導入 3	光の性質について復習する。	「同一物質中は直進する。」 「物体に当たるとはね返る(反射する)。」 「異なる物質を進むときは屈折する。」	〈理科〉 光の基礎知識として確認させる。適宜、教科書等も活用するように促す。	教科書
	「少年の日の思い出」では、どんな場面が出てきたかを振り返る。 グループに分かれ、担当を決める。	「人により心情の捉え方が違う。」 「場面により同じ人の分析でも心情の変わり方が異なる。」 「〇〇さんはなぜこのように捉えたのだろうか。」	〈国語〉 順番やその情景を整理しながら確認するように促す。 👉 その他関連教科 「少年の日の思い出」に限らず、学年問わず様々な物語での心情の読み取りを題材にすることが可能。	教科書


■分析・考察

「少年の日の思い出」の場面ごとの読み取りでは、心情を自分なりに理解した後、意見を交わすことで理解を深めることができるようになる。

■発展

- ・光の性質や光に関する現象について自分たちで知っていることをまとめる。
- ・中2の電流や回路の学習にもつなげることができる。

◆展開(4時間分)授業内容〈LEDライトの理解〉

時間	学習活動	予想される生徒の反応	留意点	教材
展開 4	LEDについて知る。 ・名称 ・歴史 ・特徴 ・発光色	「長持ちする。」 「イルミネーションで使われている。」 「様々な色がある。」	〈理科〉 生徒がもつLEDについての知識を発言してもらいながら進めていく。	副教材 スライド 1~3
	LEDの発光色と「光の三原色」について理解する。 ・色の表し方 ・白色の作り方	「赤色+緑色+青色で白色になる。」 「黄色+青色で白色になる。」	〈美術〉 美術で学んだ内容を思い出させる。 白色になる組み合わせは1パターンだけでなく複数あることに気付かせ、他の組み合わせについても考えるよう促す。	副教材 スライド 4~7
	LEDの利用例を知る。	照明や自動車のランプ、信号機、電光掲示板等に使われていることに気付く。	〈理科〉 身近なものにLEDが使用されていることに気付かせる。  その他関連教科 【理科】中2「電流」 ：直流と交流	副教材 スライド 8~9
	ライトと影のでき方を実験し観察する。	「角度により影の色も面積も強弱も変わる。」 「新しい形ができていく。」	〈理科〉 予想と実験を繰り返す。 予想した色と、実際の見え方の違いについても気付かせる。	副教材 スライド 10~20 ワークシートA

■分析・考察

実際にペーパークラフトの作成に入る前に、LEDライトの特徴や使い方等の具体例を学ぶことで表現の幅を広げることができる。

■発展

- ・LEDの特徴やLEDが使用されている身近なものについて、さらに調べる。
- ・テレビ等の画面では、どのようにLEDを使って色を表現しているか調べる。
- ・中2の電流や回路の学習にもつなげることができる。

◆展開(4時間分)授業内容〈心情の表現〉

時間	学習活動	予想される生徒の反応	留意点	教材
展開 4	心情を考える。 ・キーワードを3つ出す ・キーワードの根拠を書く	「エーメールに収集家としての自分を悪く言われた場面の心情は『怒り』だと思う。」	〈国語〉 キーワードは3つとしているが、状況に合わせ過不足しても構わない。またあとから変更してもよいと伝える。	教科書 ワークシートB
	心情をどんな色や形で表現するか考える。	「怒りは赤色が合いそう。」 「怒りはモヤモヤした形が合いそう。」	〈国語〉〈美術〉 正解はないことを伝える。一般的な概念にとらわれる必要はないが、なぜその表現にしたのか根拠をもつように促す。	ワークシートB
	意見を交わす。 ・グループ内 ・同じ場面を選んだ人同士	「人によって違うんだな。」 「色のところは〇〇さんと同じだった。」	〈国語〉 正解がないことを再度伝える。同じシーンの人と、同じ表現にならなくてもよいことを伝える。 人の意見を聞いて表現を変更してもよいことを伝える。	ワークシートB

■分析・考察

心情を表現する際に、キーワード・色・形と多角的に迫ることで、自分の捉え方と他の人の捉え方について広い視点をもって迫っていくことができる。

■発展

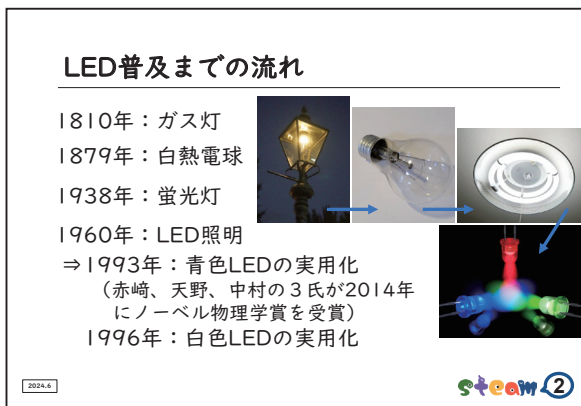
- ・他の表現はないか考えてみる。
- ・色のもつイメージや使われ方について調べてみる。(海外での印象についても調べてみる。)
- ・前後の場面だとどのような表現になるか考えてみる。

※使用するスライドの右に、教師のセリフを入れています。文頭の「◆」は、スライドを切り替えた後の最初のセリフを示しています。



◆ 皆さん、LEDはどんなものか知っていますか？
LEDは、日本語では発光ダイオードと呼ばれ、「Light Emitting Diode」の頭文字を取った略称で、電流を流すと光る性質を持っています。
これから、LEDについて詳しく見ていきましょう。

(関連する映像教材や書籍を用いて、LEDの仕組みを説明してもよい。)



◆ 現在、LEDは照明をはじめ、たくさんの用途で使われています。LEDが照明として使われる前には、何が使われていたか見ていきましょう。

19世紀前半頃には、ガス灯が使われていました。ガス灯は、ガスを燃やすことによって熱と光を発生させていました。

19世紀後半、白熱電球が発明されると、照明器具として白熱電球が広まっていきました。

白熱電球は、電流によってフィラメントを熱し、光を発生させます。

20世紀前半には、蛍光灯が開発されました。

白熱電球よりも効率的な照明として、現在も使われています。

20世紀後半に登場したのが、LEDです。

白熱電球や蛍光灯よりも、さらに効率的で長寿命な照明として、注目されています。

LEDは、赤色や黄色は比較的早く開発されましたが、青色LEDの開発には長い時間がかかりました。

しかし、中村修二さんをはじめとする日本の研究者チームが、青色LEDを開発することに成功しました。

この功績により、中村さんたちは2014年にノーベル物理学賞を受賞しています。

そして、21世紀を目前にして、白色LEDが実用化されました。

LEDの特徴

優れた点

- ・長寿命（長持ち）
- ・発光効率がよい
- ・低発熱
- ・応答性がよい
- ・様々な色を表現できる
- ・小型・軽量化できる
- ・振動・衝撃に強い

問題点

- ・価格が高い
- ・発光強度（明るさ）を高めるのに工夫が要る
- ・熱に弱い

2024.6

STEAM ③

◆次はLEDの優れた点と問題点を説明していきます。

優れた点はたくさんあります。

長寿命：LEDは白熱電球や蛍光灯と比べて、非常に長持ちする明かりです。蛍光灯の約4倍の時間、LEDは点灯し続けることができます。

発光効率がよい：LEDは同じ明るさを得るために必要な電力量が、白熱電球や蛍光灯よりも圧倒的に少なくてすみませす。蛍光灯と比べて、LEDは同じ明るさを出すのに約1/3の電力しか消費しません。

低発熱：LEDは熱をほとんど発しないので、白熱電球のように火傷の心配がほとんどありません。

応答性がよい：LEDはスイッチを入れた瞬間に点灯します。

様々な色を表現できる：LEDは、赤、青、緑などの基本色だけでなく、様々な色を表現することができます。そのため、イルミネーションや店舗照明など、様々な用途に使用されています。

小型・軽量化できる：LEDは小さく作ることができるため、小型・軽量の照明器具を作ることができます。

振動・衝撃に強い：LEDは振動や衝撃にも強く、蛍光灯と比べて落としても壊れにくいいため、地震や台風などの災害時でも安心です。

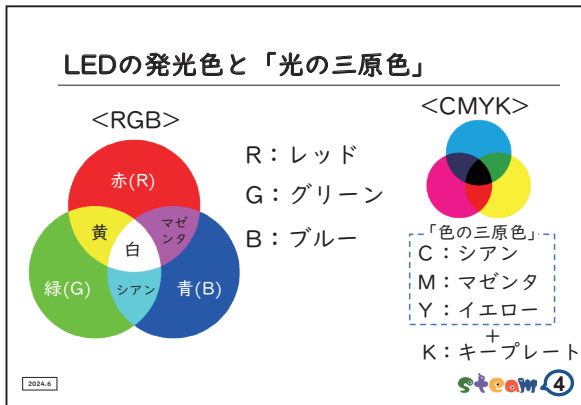
このように、LEDにはたくさんの優れた点があります。では、次に問題点を見ていきましょう。

価格が高い：LEDは白熱電球や蛍光灯と比べて、初期費用が高いです。しかし、近年ではLED照明の価格も下がってきています。

発光強度(明るさ)を高めるのに工夫が要る：LEDは、小さいので白熱電球や蛍光灯と同じ明るさを出すためには、たくさんのLEDをつなげて光らせる等の工夫が必要になります。

熱に弱い：LEDは高温に弱いという性質があります。そのため、高温になりやすい環境で使用する場合は、熱を逃がす対策が必要となります。

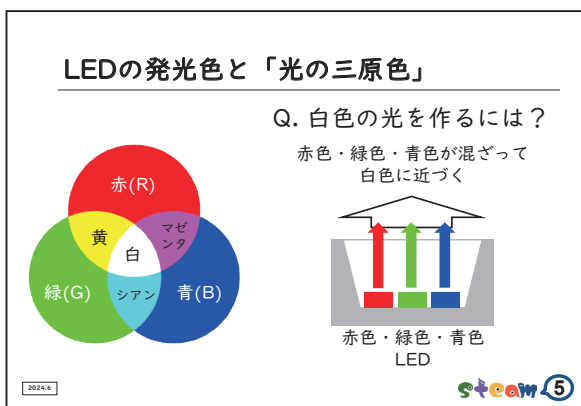
このように、LEDにもいくつかの問題点が存在します。しかし、これらの問題点は日々の技術革新によって着実に改善されています。



◆光の三原色とは、赤(R)・緑(G)・青(B)の3色の光を混ぜ合わせることで、様々な色を作り出すことができ、RGBともいいます。LEDも赤・緑・青の3色の光を基本として、この光の三原色に基づいて様々な色の光を出すことができます。

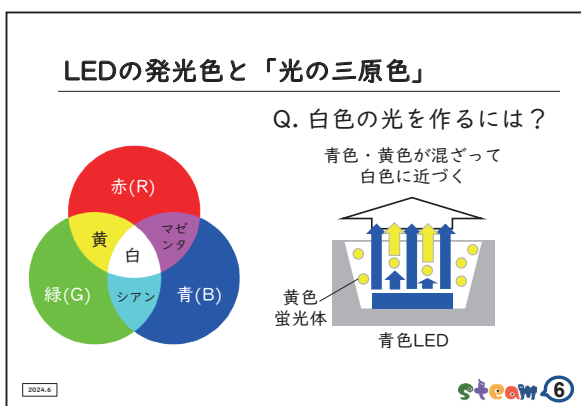
光の三原色は、重なれば重なるほど明るさが上がり、白色に近づきます。

一方、色の三原色とはシアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)の三色を組み合わせることで、様々な色を作り出します。混ぜ合わせるほど、明るさが下がり黒色に近づきます。カラー印刷では、ここに黒色のキープレート(K)を加えた4色のインクで表現しています。



◆ここからは、LEDで白色の光の作り方をいくつか説明します。

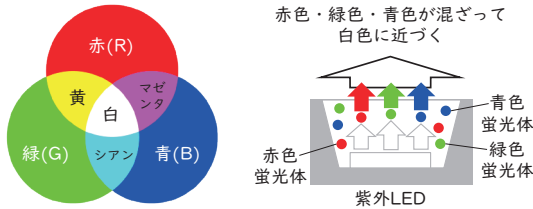
1つ目の方法は、それぞれ赤色、緑色、青色の光を出すLEDの光を混ぜることで、白色に見える、という方法です。



◆2つ目の方法は、LEDの光を蛍光体という光を当てると発光する物質に通過させる方法です。青色の光が黄色蛍光体を通過するとき、黄色蛍光体が発光し、青色と黄色の光が混ざって白色に見えます。

LEDの発光色と「光の三原色」

Q. 白色の光を作るには？

赤色・緑色・青色が混ざって
白色に近づく

2024.6

steam 7

◆3つ目の方法は、「紫外LED」という目に見えない紫外線を出すことができるLEDから出た紫外線を赤色、緑色、青色のそれぞれの蛍光体に通過させる方法です。

紫外線を受けた蛍光体は赤色、緑色、青色のそれぞれの色の光を発し、その光が混ざり合い、白く見えます。

LEDの利用例

- ・照明
(イルミネーション)
- ・自動車のランプ
- ・信号機
- ・電光掲示板
- ・テレビ、パソコン
など



2024.6

steam 8

◆次に、LEDが身近ではどんなところで利用されているのか、理由を考えながら見ていきましょう。

【照明(イルミネーション)】LEDは、従来の電球と比べて、消費電力が少なく、長持ちします。また、LEDは、様々な色を出すことができるため、幅広い演出が可能です。

【自動車のストップランプ】ストップランプとは、後続車に車体の存在を知らせるための灯火です。LEDは、従来の電球と比べて、点灯・消灯が速いため、後続車にブレーキのタイミングをより早く伝えることができます。

【信号機】LEDは、従来の電球と比べて、視認性がよく、遠くからでもよく見えます。また、LEDは、消費電力が少なく、長持ちするため、信号機の維持管理の手間を少なくできます。

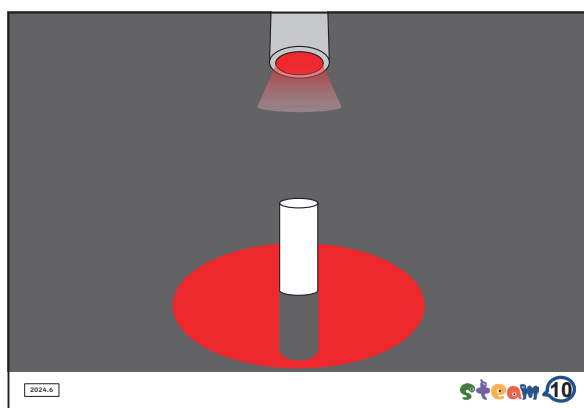
【電光掲示板】LEDは、従来の電球と比べて、明るく、鮮明な表示が可能です。また、LEDは、消費電力が少なく、長持ちするため、信号機と同じく電光掲示板の維持管理の手間を省くことができます。

【テレビ、パソコン】LEDは、従来の液晶ディスプレイと比べて、より薄型で、軽量の画面を作ることができます。



◆LEDを使った身近な利用例として、最後にスポットライトを紹介します。

赤色、緑色、青色のスポットライトを使っていろいろな角度から光を当てると、写真のような不思議な影ができます。どうしてこのような色のついた影ができるのかを、先ほど説明した光の三原色の考え方を使って、クイズ形式で考えていきましょう。



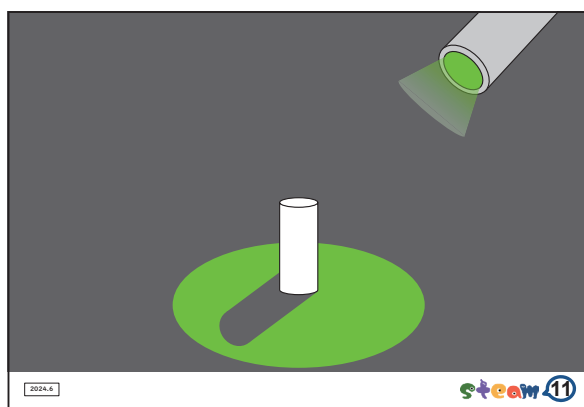
◆赤色、緑色、青色のLEDのライトを物体に当てたとき、ライトと反対側にできる影の色を考えていきます。

最初は、1色のライトだけを当てた場合です。

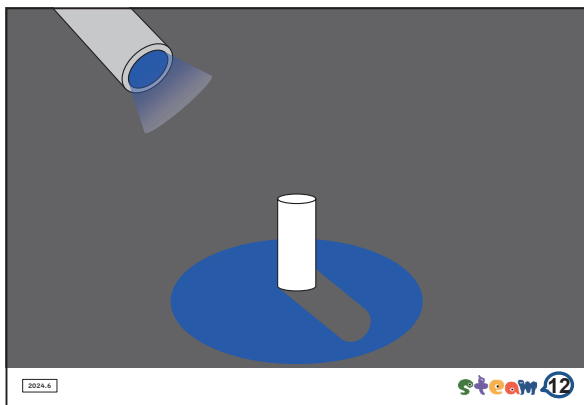
赤色の光だけを物体に当てると何色の影ができるでしょうか？

(少し生徒に予想させてもよい。)

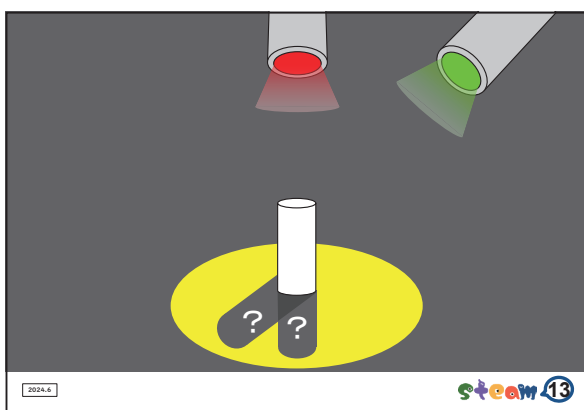
答えは、普通の暗い影ができます。



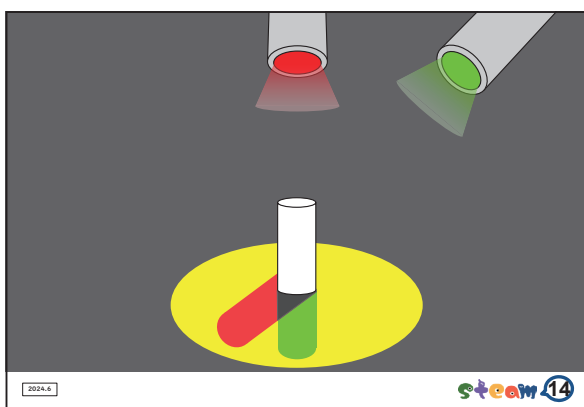
◆同じように、緑色の光だけを物体に当てると物体の後ろには、暗い影ができます。



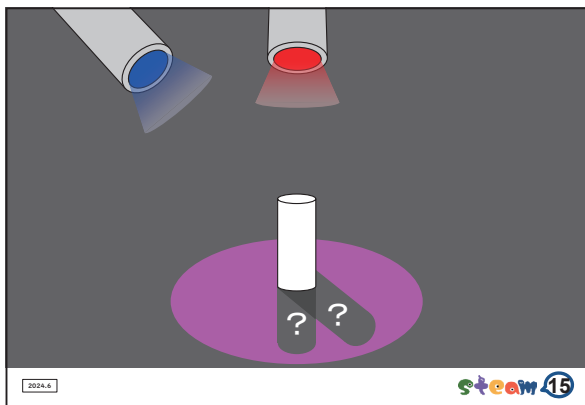
◆青色の光のときも同様に暗い影ができます。



◆次は、2色のライトを使った場合を考えましょう。
赤色と緑色の光を図のように物体に当てると物体の後ろにできる2つの影は、それぞれ何色になると思いますか。
(生徒に予想させる。)

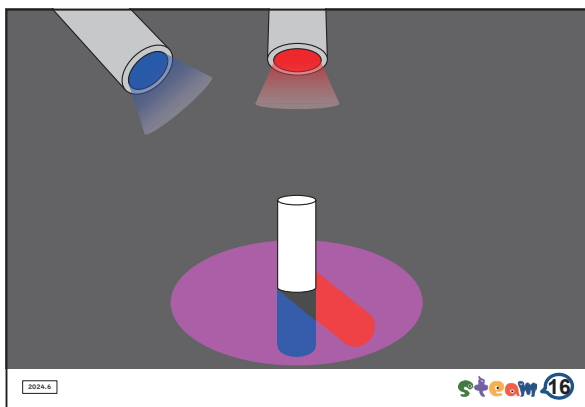


◆答えは、左側の影が赤色に、右側の影は緑色になります。
なぜかというと、1つのライトを当てた場合から分かるように、物体をはさんでライトと反対側にある影には、そのライトの色は物体に阻まれるため、他の光の色が出るためです。



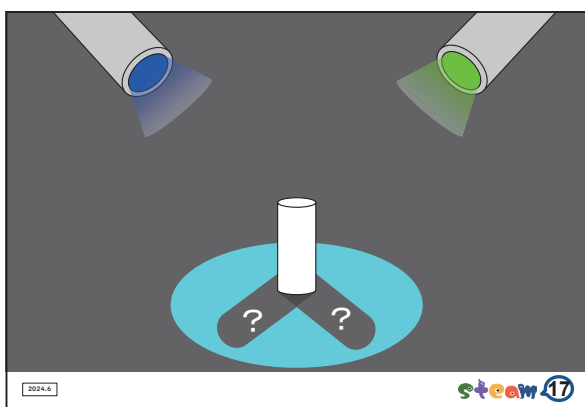
◆同じように、赤色と青色の光を図のように物体に当てたとき、物体の後ろにできる2つの影は、それぞれ何色になるでしょうか。

(生徒に予想させる。)



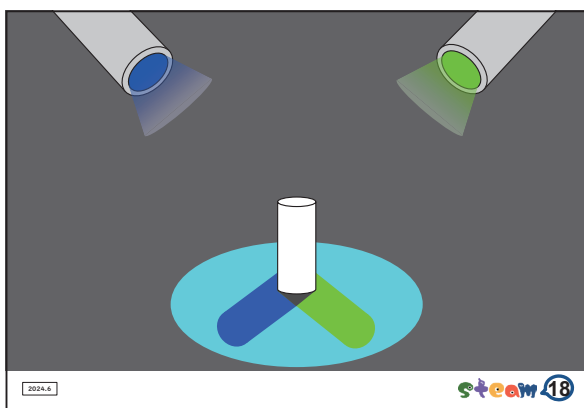
◆答えは、左側の影は青色に、右側の影は赤色になります。

考え方は、先ほどの赤色と緑色のライトを使った場合と同じです。

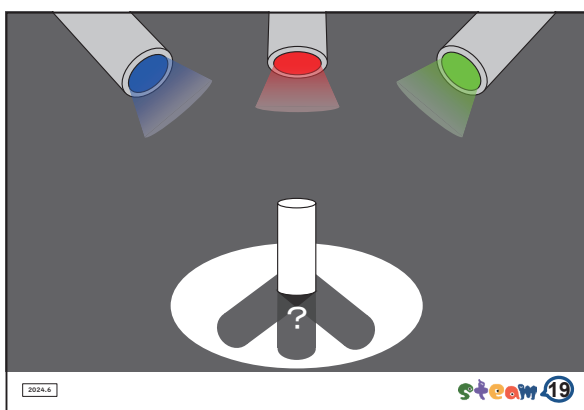


◆では続いて、緑色と青色の光を図のように物体に当てたとき、物体の後ろにできる2つの影は、それぞれ何色になるでしょうか。

(生徒に予想させる。)

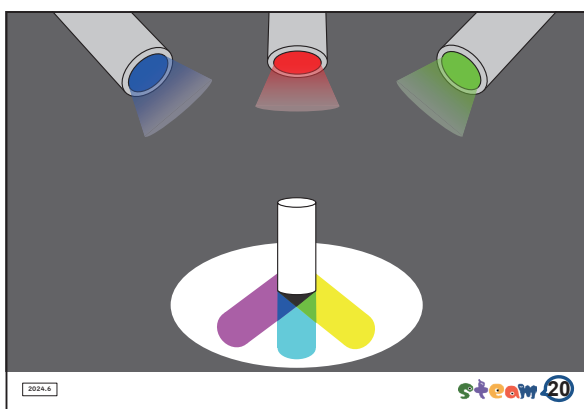


◆答えは、左側の影は青色に、右側の影は緑色になります。



◆では、最後に、赤色、緑色、青色の3つの光を図のように物体に当てたときの、物体の後ろにできる3つの影の色は、それぞれ何色になるか考えてみましょう。

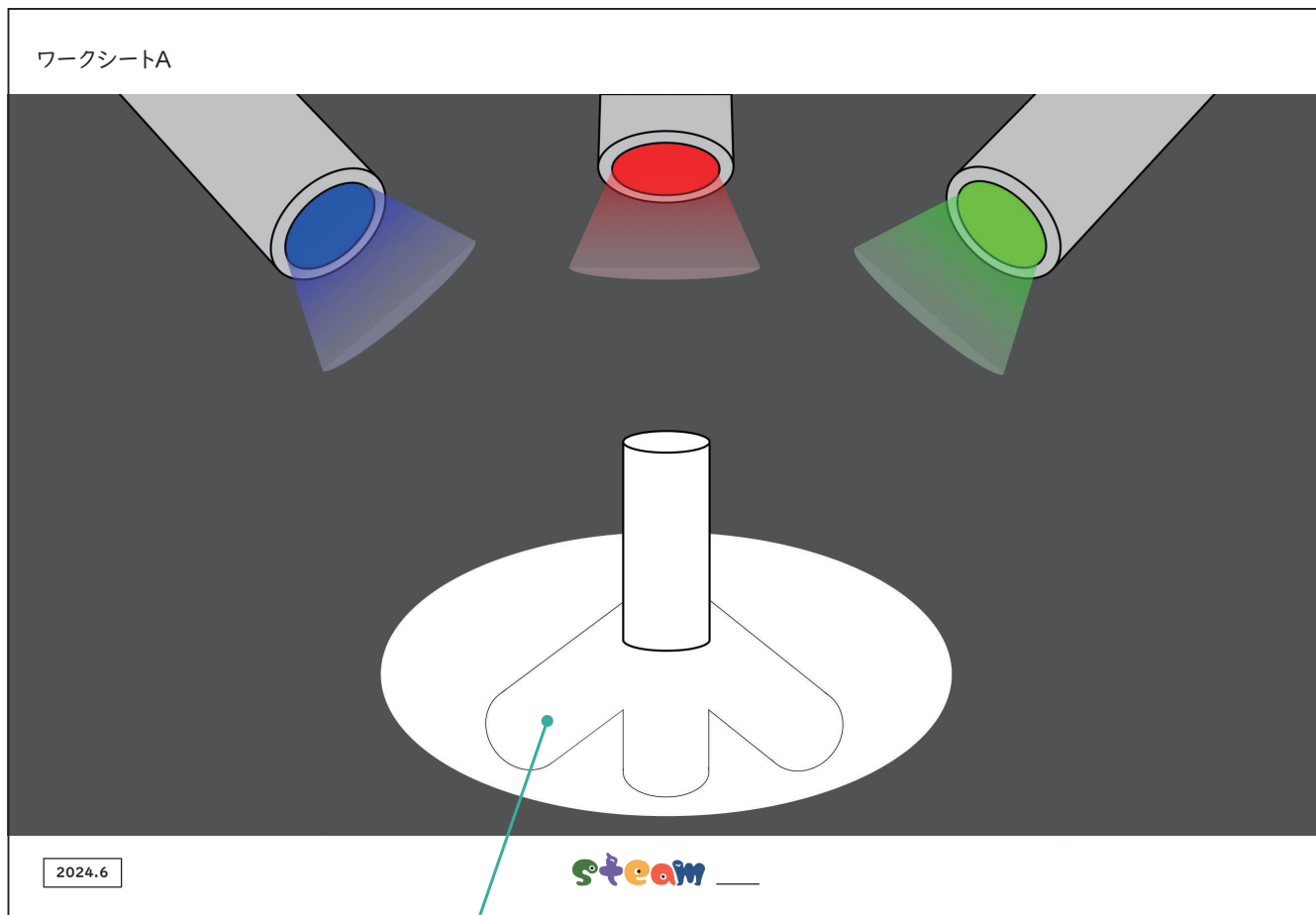
これは頭の中で考えるには複雑かもしれないので、このワークシートに色を塗って考えましょう。



(生徒に十分な検討時間を与えた後)

◆答えは図のようになります。棒をはさんでライトの反対側にできる影は、残りのライトの光の色を合わせた色になります。

ワークシートA



本書18ページ中段(副教材スライド19)にあるように、3色のLEDスポットライトを物体に当てたときにできる影の色を予想し、色を塗るように促す。

ワークシート B

ワークシート B

年 組 番 氏 名

【国語】少年の日の思い出 × 理科・美術「光の心象表現」

🔦 グループで分担して次の場面の、「僕(客)」の心情を光で表現しよう！

🔦 自分の担当箇所の「僕」の心情を考えよう！

このときの僕の心情を表すにふさわしい言葉(キーワード)は……

】 【 【 【

そう考えられる根拠は……

一 ①～⑪ 担当) ()

二 ⑫～⑮ 担当) ()

三 ⑯～⑲ 担当) ()

四 ⑳～㉒ 担当) ()

五 ㉓～㉔ 担当) ()

六 ㉕ 担当) ()

			キーワード
			根拠

2024.6

担当している場面の僕(客)の心情を表している言葉を抜き出させる。
直接的に心情が書かれている場合の他に、人物の動作にも注目するように促す。

物語を場面の移り変わりや段落数で均等に分け、グループごとに担当する場面分けをさせる。

ワークシートB

💡その心情をどんな色や形で表現するか考えよう！(ヒント:理科や美術で習ったことを思い出そう！)

キーワード

連想される色

連想される形

			キーワード
			連想される色
			連想される形

💡これらを踏まえて実際に色や形で表現してみよう！

2024.6

steam

場面ごとの僕(客)の心情を、どのような形と光の色で表現するかを考えさせる。
 形の選択では、僕(客)が見ているものや考えていることなどに着目するように促す。
 色の選択では、自分が悲しいときや怒っているときは何色のイメージかを想像するように促す。

事例②

「切断立体」

指導案

◆授業概要

数学の学びを活かし、切断立体をテーマに問題文の作成を行う。文章的な表現と美術的な表現の違いを比べながら分類・表現することで、立体図形を数学・美術の両面から捉える。

◆年間スケジュール

【中学3年生】

	1学期				2学期				3学期		
	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
数学					「三平方の定理」 →切断立体の体積の求め方を学ぶ →問題文を作成する						
美術					↓ 「切断立体」 →切断立体をペーパークラフトで作る →デッサンをする						

※本書で紹介する授業の一例として、関連のある教科・単元を記載します。どの授業でも導入しやすいよう実施の時期の指定はしていませんが、導入時期に迷う場合は上図のスケジュールをご参照ください。なお、各教科・単元の実施時期は一例で、学校準拠とします。

◆教材の目標／ねらい

1. 実施日時 通年9月から12月(計13～15時間)
2. 実施教科 数学 美術
3. 学年 中学3年生
4. 単元名 「三平方の定理」(数学) 「切断立体」(美術)
5. 授業全体の目標

数学の作図の知識と美術の形の構想力を用いて、面白い切断立体の作問とその解をペーパークラフトで作成することができる。

本時は中学3年生の授業として実施をしているが、問題文の作成を含まない場合は、中学1年生の「空間図形」「立体の体積と表面積」等にも関連しているため、「立体の特徴の理解」を目標として、中学1年生・2年生でも実施が可能である。

6. 教科ごとの目標

数学：今までの平面図形・立体図形の知識を用いて、作図と作問をすることができる。

美術：形の特徴を整理し分類を行うこと(フォームブレスト)により、作りたい制作物の観点で分類決定し、ペーパークラフトで表すことができる。また、制作した立体を的確にデッサンすることができる。

◆単元計画

月	時数	概要	内容	関連教科
9	1	立体の問題を解く。	①三平方の定理の理解を深める。 ②複雑な立体問題の文章に慣れる。	数学：三平方の定理を身に付ける。 学年外の関連教科と単元 【数学】中1「基本の作図」 「いろいろな立体」
10	1	フォームブレスト	①粘土の立体を切断し切断立体を作る。 ②作った切断立体を分類する。	美術：様々な切断方法を検討する思考法を知る。 数学：数学的な表現を考える。 /体験を通して切断立体問題に対してイメージをもつ。 学年外の関連教科と単元 【数学】中1「立体の見方と調べ方」
10	3 ~ 4	制作 ~前半~	①ブレストを基に、作問する。 ②作った問題がブレスト結果に沿っているか確認する。 ③立体を基にペーパークラフトの設計図を製作する。	数学：条件などを整理しながら数学的な表現で作問をする。 /三平方の定理を使って辺の長さ、面積、体積を導く。 美術：のりしろや組み立てやすさを想定し製図する。
11	5 ~ 6	制作 ~後半~	①ペーパークラフトを制作する。	美術：紙の強度など特性を利用し、角の出し方やマグネットの貼り付け方を工夫する。
11	1	解く。	作った問題を解く。	学年外の関連教科と単元 【数学】中学の図形複合問題演習
12	2	デッサン	(50分×2時間/導入・展開) ペーパークラフトを基にデッサンする。	美術：立体の切断面の見え方や影のつき方を理解し、表現する。

※本書では「フォームブレスト」「制作~前半~」の指導案を掲載します。

この単元を行うためには、次のものが必要となる(2名1組とした場合)。

【使用する材料と道具】

No	物品	価格(目安)	備考
1	粘土 適量 2色	100円	消耗品。 グループ内で誰が作ったのか区別できるように異なる色を生徒に渡す。
2	粘土へら 4本	100円	1人2本使用する。
3	刺繍糸 20cm程度 適量	100円	
4	新聞紙 2枚	各家庭から 持参させる等	立体製作時に机に敷くために用いる。
5	工作用厚紙(白色)	100円 (A4×4枚)	消耗品。 ペーパークラフト用。

※材料、道具は一例となります。


◆評価のポイント

本教材では、美術で評価を行い、数学については教科での定期考査にて評価を実施する。美術での評価のポイントは下表の3つの観点で評価したのち、完成作品における生徒同士での評価も考慮に入れて総合的に評価をしてもよい。また、授業の性質を活かした、数学・美術の複合的な問題を出題し、正答だった場合は、加点としてもよい。

【美術評価】

基準	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
5	〈クラフト〉 難解な図形を隅々まで丁寧に作ることができている。 〈デッサン〉 立体を形・濃淡・タッチの3点を網羅して表現できている。	立体の文章(問題文)を、 数学的な表現で正しくかつ工夫して提示できている。	フォームブレストで多く分類している。
3	〈クラフト〉 形を実現している。 〈デッサン〉 形・濃淡・タッチの3点を網羅して表現できている。	立体の文章(問題文)を、 数学的な表現で正しく提示できている。	フォームブレストでいくつか分類している。
1	〈クラフト〉 形が違う。 〈デッサン〉 形・濃淡・タッチがほとんど表現できていない。	立体の文章(問題文)を、 数学的な表現で正しく提示できていない。	フォームブレストで分類が少ない。

◆「フォームブレスト」授業展開

時間	学習活動	予想される生徒の反応	留意点	教材
導入 (5分)	立体の切断を復習する。	「立方体では切り方により断面の形を様々に作ることができる。」	切断面とその頂点の位置について連動して考えるよう促す。  その他関連教科 【数学】中1「いろいろな立体」	
展開 (35分)	ブレストについて説明を聞く。 ・ブレストとは ・ブレストの項目	「ブレインストーミングを形で行うこともできるんだ。」	教科書等も見ながらどの問題文の図形がどの位置に入るか自分なりに考えさせる。質より量で、たくさん切断してみるように促す。簡単な問題になりそう等の心配はしなくていいことを伝える。	教科書 ワークシート 副教材 スライド1~4
	作業を行う。 ・粘土を切断する ・切断立体をブレストする	「形に偏りがあるな。」 「2つの切り方を組み合わせではどうだろう。」 「この立体はワークシートの右上に分類できそう。」	まずは問題を作ることや難しさを意識せず、たくさん切ってみるように促す。切断前と後のイメージをもたせる。展開図を既習技能を用いて作成する。 ※ブレストと作問を行う順番は前後しても問題ない。	ワークシート 副教材 スライド5~8
まとめ共有 (10分)	まとめを行う。 ・学習の整理 ・他のグループと結果の共有 ・次時の導入	「似たような形でも分類の仕方が異なる。」 「似ていない形だが、分類の場所が似ている。」 「形をたくさん作って分類すると思考の整理と共有がしやすい。」	切断した立体を文章(問題文)として表現する。数学的視点も取り入れながら意見を交わすよう促す。	副教材 スライド9 ノート

■分析・考察

- ・切断した形の模索という整理しにくい項目についてフォームブレストは有効である。
- ・ブレストの軸を「形の複雑さ」と「切り方の文章の難しさ」にすることで、面白い問題を作りながらも切断立体問題の要素を押さえることができる。

■発展

- ・今回は「形の複雑さ」「切り方の文章の難しさ」という2つの軸をあらかじめ設定しているが、軸を何にするかから自分で考えさせるとより思考が深まる。
- ・既存の切断立体問題を分析する時間を設けると効果的である。

◆「制作～前半～」授業展開

時間	学習活動	予想される生徒の反応	留意点	教材
導入 (5分)	プレストの結果を振り返る。	「文章の難しさを考えるのが難しかった。」 「分類するときに、ペアで意見が異なる立体があった。」	軸である「形の複雑さ」「切り方の文章の難しさ」から逸れていないか確認するように促す。	ワークシート
展開 (40分)	作問や製図に取り組む。	「切り方が同じでも、断面図の形を問うか面積を問うかで難易度が変わるな。」 「難しい問題にしたいな。」	自由な表現としつつも、数学の問題文として表現的に齟齬がないか確認するように促す。 切り方と問い方の組み合わせを変えると、問題文が多くなることを意識させる。 ※プレストと作問を行う順番は前後しても問題ない。	教科書 ワークシート ノート
まとめ (5分)	まとめを行う。 ・学習の整理 ・次時の導入	「次回どのように製図するかおさらいしておこう。」	次回の作業に向けて、自分の考えを深め、まとめさせる。	ノート

■分析・考察

- ・考えた立体の展開図はバラバラにならないように、1枚で作成することが重要である。
- ・問題文の要素を押さえると、より多くの問題文を考えやすい。
- ・数学的な問題の表現は数学教員が指導する方がよい。

■発展

- ・無料の3DCGソフトを活用することで立体図形を可視化し模範解答に活かすこともできる。

◆生徒作品例

【問題】

$\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{8}$ 、 $\frac{1}{16}$ ……という規則性のある数が繰り返されている。これらの総和を立方体を用いて答えよ。



【解答例】

1 cm^3 の立方体を考える。
 $\frac{1}{2}\text{ cm}^3 + \frac{1}{4}\text{ cm}^3 + \frac{1}{8}\text{ cm}^3 + \frac{1}{16}\text{ cm}^3$ ……は直前の立体の半分の体積の立体が次々と足されていくと考えることができる。

実際には1にならないが、無限に足していけば、着実に1に近づいていく。よって、答えは「1」となる。



提供：芝浦工業大学附属中学校

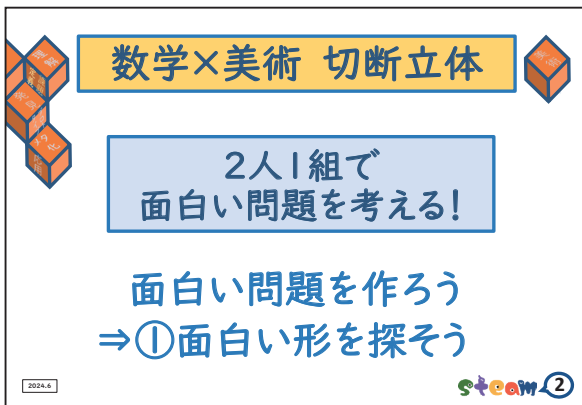
※使用するスライドの右に、教師のセリフを入れています。文頭の「◆」は、スライドを切り替えた後の最初のセリフを示しています。



◆皆さん、今日はこれまで学んできた数学の知識を活かして、自分たちで立体の問題を考えてもらいます。

2人1組でそれぞれのアイデアを出し合って共有しながら進めましょう。この方法は「ブレインストーミング」と呼ばれて、自由な発想で意見やアイデアを出し合うというものです。

ブレインストーミングで様々なアイデアを出し合い、整理しながら面白い立体を見つけ出しましょう。



◆まずは、2人1組のペアを作り、一緒に数学の問題を考えてもらいます。

面白い問題を考えるのがゴールです。

まずは、第1段階として、面白い形を探すところから始めましょう。



◆面白い形の立体を見つけるために、今日は粘土を使って実際に立体を作ってみましょう。

粘土を使って実際に形を作っていくことで、頭で考えていると気が付かないような細かな部分まで考えることができ、思いもしない立体を見つけることができるかもしれません。

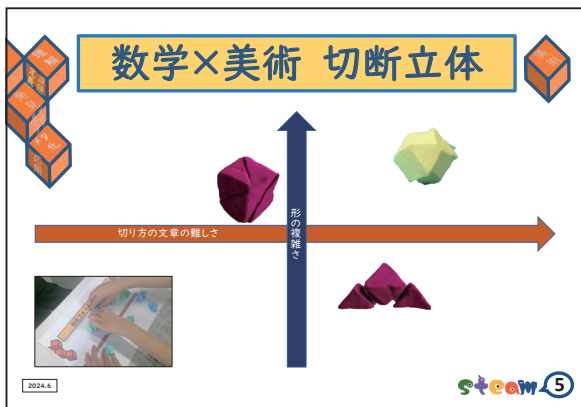
何回も試してみても、面白い形の立体を作ってみてください。



- ◆粘土での作業の前に必要な道具がそろっているか確認してください。

粘土、粘土へら、新聞紙、刺繍糸

机が粘土で汚れないように新聞紙を机に敷いてください。粘土は2色置いてあります。ペアの人と話し合っ、それぞれが違う色の粘土を使うようにし、途中で使う色を入れ替えたりしないようにしてください。刺繍糸は主に粘土を切るときに使います。粘土へらは、立方体を作ったり、粘土を切ったり、形を整えるのに使います。



- ◆次に、ワークシートのグラフを活用して、粘土で作った立体を視覚的に分類してみましょう。

今回は、「形の複雑さ」と「切り方の文章の難しさ」の2つの軸で分析していきます。

「形の複雑さ」は、皆さんが作った切断立体が複雑な形をしていると思うほどシートの上側に置きます。

次に、「切り方の文章の難しさ」は、立体の作り方を文章で表した際に、難しいと思うほど右側に置いていきます。

まずは、たくさんの立体を作ってみましょう。

その後は、できるだけ右上の位置に置けるような立体を目指してください。

正解はないので、自由にペアの人と意見を交わしながら分析していきましょう。



- ◆面白い問題を作るための第2段階として、粘土で作って面白かった立体から、問題文中で使う条件を考えて文章化してみましょう。

条件を文章化するときには、「切り方」と「求め方」の2つに注目しましょう。例えば、切り方では、立方体のある辺の真ん中で切る場合「辺ABの中点Pを通して切る」などと文章化できます。また、求め方では、「切断した後の立体の体積を求めよ」というように文章化することができます。


文章化するときには、数学的な表現になっているかに注意してください。例えば、「高さ」や「表面積」などの用語を正しく使えているかを確認しながら考えましょう。

数学×美術 切断立体

切り方
真っ直ぐに2か所切る
真っ直ぐに3か所切る

求め方
切断面の面積を求める
切断面の形を求める
切断面の体積を求める

面白い問題を作ろう
⇒③条件の分析をしよう

2024.4 

◆面白い問題を作るための第3段階として、文章化した条件を分析してみましょう。

例えば、「① 文章化した条件を仲間分けする」
「② ①で仲間分けした条件の中で、文章化の難し
さでさらに仲間分けをする」などのようにして分
析してみましょう。

①として、文章化した条件をいくつかの仲間に分
ける場合、「切り方」と「求め方」で分けることが考
えられます。

そこから、②として、文章化の難しさをさらに仲
間分けすることができます。


数学×美術 切断立体

切り方
真っ直ぐに2か所切る
真っ直ぐに3か所切る

求め方
切断面の体積を求める
切断面の面積を求める
切断面の形を求める

【問題の例】
27 ABCD-EFGHを3枚
AC, BE, DFを平面でそれぞれ切
る。このとき、切断面をP, Q, R
とする。立体P-QRの体積を求めよ。
切断面が正方形となるように切り、
立体P, Q, Rの体積の関係を比を用
いて表しなさい。

面白い問題を作ろう
⇒④条件の組み合わせを変えよう

2024.4 

◆これまでの段階1～3の作業を繰り返し、ワー
クシートの右上の位置に置いた立体の条件の文章化
を行ってみましょう。

それらの文章化した条件の組み合わせを変えるこ
とで問題のバリエーションを増やすことができま
す。

例えば、切断する位置や回数を変えてみたり、求
めるものを体積から表面積に変えてみたり等して
みてもよいでしょう。


このようにいろいろな組み合わせを試して、自分
だけのオリジナル問題を作ってみてください。

数学×美術 切断立体

提出物

- ブレインストーミング後のワークシートの写真
(メンバーの名前と各自が作った個数を記録)
- 決定した形の写真
- 切り方の文章(問題文の前半)

【問題の例】
立方体ABCD-EFGHを3枚
AC, BE, DFを平面でそれぞれ切
る。このとき、切断面をP, Q, R
とする。立体P-QRの体積を求めよ。
切断面が正方形となるように切り、
立体P, Q, Rの体積の関係を比を用
いて表しなさい。

2024.4 

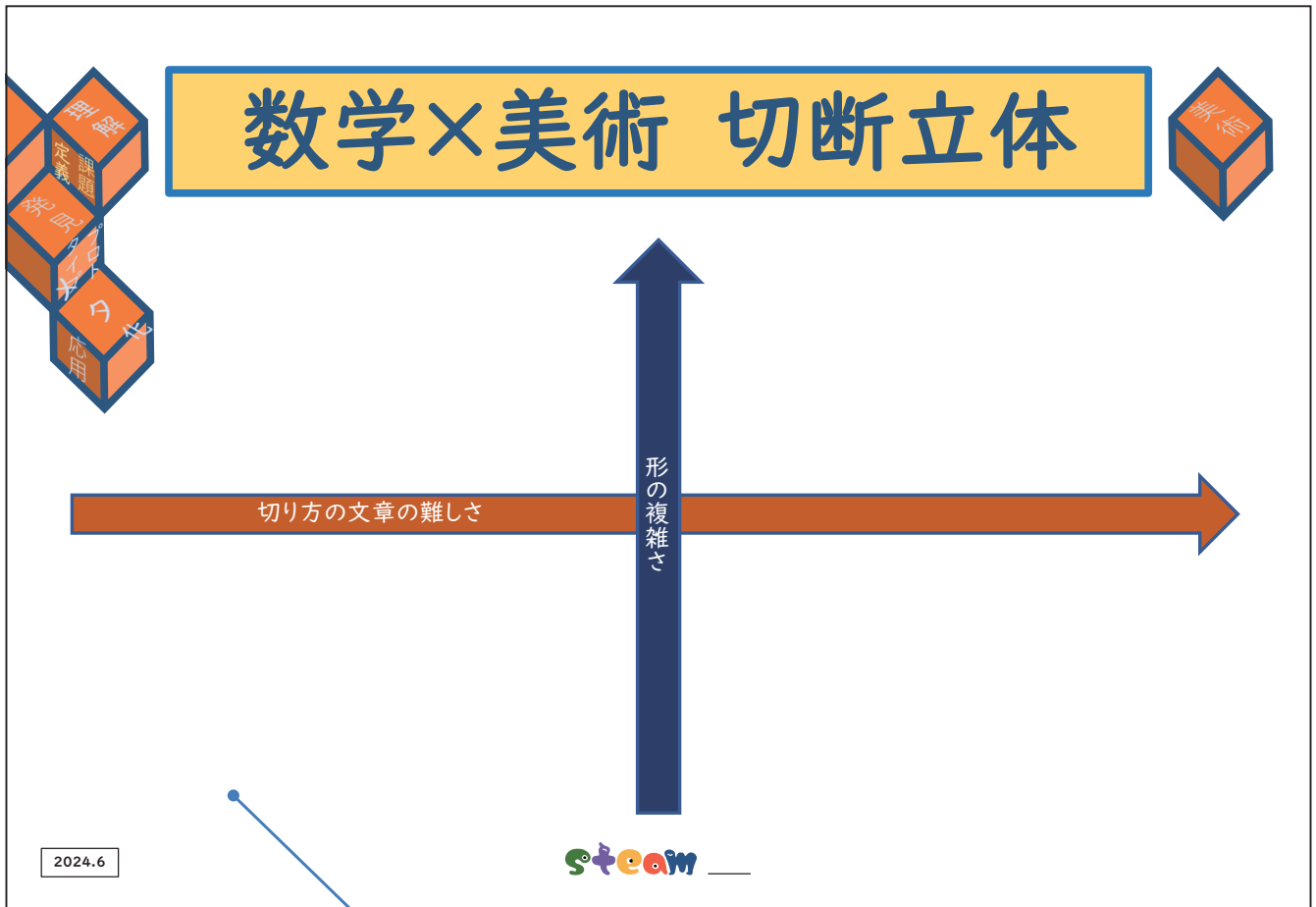
◆最後に提出物を説明します。

1つ目は、ブレインストーミングをした結果とし
て「ワークシートのグラフに作った立体を置いた
ときの写真」を提出してください。そのとき、メ
ンバーの名前とそれぞれが作った立体の個数を記
録してください。

2つ目は、作った立体のうちで、いちばん面白
いと思った立体の写真を提出してください。

3つ目は、いちばん面白かった立体の切り方
の条件を提出してください。例えば、右の【問題
の例】で文字が赤くなっている部分のことです。

※写真以外の方法で提出させてもよい。



2人1組のグループに分かれて、切断立体を検討させる。

その際、頭の中だけで考えるのではなく、粘土で立体を作り、その立体を切り分けていくようにする。

作成した切断立体を、「形の複雑さ」と「切り方の文章の難しさ」で分類させる。

右上の、「形が複雑で切り方の文章が難しい」ところに置けるような切断立体を考えるように促す。

◆実践例取材協力校

【小学校編】

事例「ポスターでまちの魅力を伝えよう！」

[徳島県松茂町教育委員会、徳島県松茂町立松茂小学校]（授業実践協力：株式会社ヴィリング）

【中学校編】

事例①「光の心象表現」、事例②「切断立体」[芝浦工業大学附属中学校]

【高等学校編】

事例①「リンク機構～動きを変化させる機械～」[大分県立大分舞鶴高等学校]

事例②「データベースで地域をデザインしよう」[兵庫県立加古川東高等学校]

※各事例は2023年度(令和5年度)時点の学習指導要領・教科書、授業実践に基づいて作成しております。

参考としてご活用ください。

※実践例取材協力校の実際の授業案等の資料は、「サイエンスティーム」ウェブサイトのSTEAM教育事例ページに掲載しています。併せてご参照ください。

◆出典、参考文献、参考サイト

【はじめに】

- ・内閣府ホームページ，総合科学技術・イノベーション会議
Society 5.0の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ（2022年6月2日）
https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kyouikujinzai/saishu_print.pdf
- ・文部科学省ホームページ，STEAM教育等の各教科等横断的な学習の推進
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/mext_01592.html

【小学校編】

事例「ポスターでまちの魅力を伝えよう！」

- ・徳島県小学校国語教育研究大会の研究紀要（平成29年）
- ・Canva <https://www.canva.com/>

【中学校編】

事例①「光の心象表現」、事例②「切断立体」

- ・イノベーションを生むワークショップの教科書 i.school流アイデア創出法（堀井秀之／日経BP）
- ・柳沼宏寿（2022）．光の三原色で～遊ぶ・学ぶ・創造する～．教育美術，2022年12月号，14-21．（教育美術振興会）

【高等学校編】

事例①「リンク機構～動きを変化させる機械～」

- ・GeoGebra <https://www.geogebra.org/>
- ・GeoGebraとCinderella <https://sites.google.com/site/geogebraatocinderella/shi-li/link>
- ・ヘッケンリンク機構 <https://www.geogebra.org/m/c5uqrtdz>
- ・壁を押す人のリンク機構 <https://www.geogebra.org/m/zcbgxjkk>
- ・ワットのリンクージ（1784） <https://www.geogebra.org/m/CDBK28dy>
- ・ポースリエのリンクージ（1864） <https://www.geogebra.org/m/D7CbQaZs>
- ・リンク機構 <https://www.geogebra.org/m/gh7at7r5>
- ・自動車のワイパーを上手に動かすリンク機構（アイティメディア株式会社）
<https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1110/25/news009.html>

- ・イチから学ぶ機械要素 リンク (リンゲージ) <https://www.keyence.co.jp/ss/products/measure-sys/machine-elements/link/>
- ・機構&からくり集 リンク機構編 <https://www.youtube.com/watch?v=Vt0kyEv9Cgc>
- ・【リンク機構】揺動クランク機構 <https://www.youtube.com/watch?v=TW5O98rjHaw>
- ・田中真樹子 (2004). リンク機構を教材とした、数学的活動を高める授業の研究—プラジオグラフを用いた、図形の回転移動の学習—. 中学校・高等学校数学科教育課程開発に関する研究 (11), 166-176.
- ・森脇政泰 (2017). てこクランク機構を題材とする中学校数学の授業実践. 広島大学附属中・高等学校中等教育研究紀要, 第63号, 47-51.

事例②「データベースで地域をデザインしよう」

- ・地域経済分析システム (RESAS) <https://resas.go.jp/>
- ・REASAS for Teachers <https://teacher.resas-portal.go.jp/>

◆写真・イラスト提供

【はじめに】(各学校編共通)

PIXTA/illustAC

【小学校編】

事例「ポスターでまちの魅力を伝えよう！」

徳島県松茂町立松茂小学校/illustAC/Canva

※小学生編17ページの【作品例】は児童の作品を基に制作しています。

【中学校編】

事例①「光の心象表現」、事例②「切断立体」

芝浦工業大学附属中学校/PIXTA/photoAC/illustAC

【高等学校編】

事例①「リンク機構～動きを変化させる機械～」

大分県立大分舞鶴高等学校/illustAC/photoAC

事例②「データベースで地域をデザインしよう」

兵庫県立加古川東高等学校/地域経済分析システム (RESAS)

◆おわりに

「STEAM教育」授業実践導入において、本書がお役に立てば幸いです。
また、「サイエンスティーム」ウェブサイトでは、
皆様の実践事例をご登録いただけるページをご用意しております。
ぜひ、本書を活用した実践授業をご紹介ください。

STEAM教育のヒント (小学校編、中学校編、高等学校編)

2024年6月発行

【編集・発行】 国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3

【編集制作協力】 株式会社小図書館集英社プロダクション、株式会社エディット



<https://scienceteam.jst.go.jp/>



国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency
<https://www.jst.go.jp/>



○本書に関するお問い合わせは、「サイエンスティーム」ウェブサイト内「お問い合わせ」からお願いいたします。

©2024 科学技術振興機構 (無断転載を禁じます)