

Focus 考えて出会う、本当の数学。 Communication

数学を楽しむ情報誌

Information magazine for mathematics

For
teachers & students

Table of contents

02 - 07p

【特集】

高校数学座談会

～数学教育について～

08 - 13p

【特集】

数学甲子園2019

～チームの力を集約し、頂点を目指せ!～

14 - 17p

授業実践記録

主体的・対話的で深い学びの授業

～World café～

山梨県立甲府工業高等学校 諏訪めぐみ

18 - 23p

授業実践記録

知識構成型ジグソー法を用いた アクティブラーニングの実践報告

～立方体の切り口の形に関して～

清風中学校高等学校 榎本和敏

啓林館HPは
コチラ

2019
Vol. 1

啓林館



高校数学座談会 ～数学教育について～

竹内英人 船登惟希 荻原洋介 猪瀬直哉

2019年(令和元年)8月30日、高校数学教育について、竹内英人先生(Focus Gold筆頭著者)を中心に「高校数学座談会」を開催しました。

ご協力いただいた先生方は、座談会1：船登惟希先生(松濤舎)、座談会2：荻原洋介先生(東京学芸大学附属高校)・猪瀬直哉様(株式会社パンケーキ)です。

以下、“Focus Gold”は“FG”と略します。また、敬称も略させていただきます。

座談会1「竹内先生・船登先生 対談」

自己紹介

竹内：もともとは愛知県の公立高校の教員をやっており、15年前に現在の大学に移った。

現在は、未来の中学・高校数学の教員養成の指導をしている。また、大学に移った

時からFGに関わっている。最近は、「大学入学共通テスト(新テスト)」や「アクティブラーニング」について勉強したり、講演したりしている。



船登：出身は新潟県の佐渡島。周りに塾なども無かったため、中学・高校では、数学は市販の問題集を使ってほぼ独学で勉強していた。その後、大学に入り、3年生の時に参考書を書きたいと

思い執筆を始めた。現在では、20冊くらい執筆をしているが、執筆を経験する中でFGを知った。現在、自分が経営する塾でFGを使用しているが、FGに対する生徒の反応はとても良く、FG1冊をこなすと、予備校の模試でも偏差値65程度はとれる。そのため、FG1冊をしっかりとやりこなしましょうというコンセプトで指導を行っている。



参考書の使い方について

船登：以前、予備校で教えているときに、生徒から、「勉強はしているが、どういう状態になったらOKなのかわからない」「どこまでいったら次の問題集に進んでよいか判断ができない」といわれてハッとしたことを覚えている。

生徒にとっても、「理解するまで勉強しよう」と言われても、一人一人レベルが違うため、本当に理解しているか自分では判断が難しい。生徒は理解したと言っても、教える側からすれば理解したとは言えないというギャップが生まれる。そのため、生徒にとって明確な状態目標、つまり、「客観的な判断基準」を提示してあげることが大事であると感じた。そこで、「FGにおける10段階の習得度表」を作成した。

船登：頭の中がブラックボックスになっている部分を明示化して可視化することが、指導者にとっても生徒にとっても必要なのではないかなと思う。また、このように可視化してあげることで、生徒は、「苦手な分野がどこか」「取り組めていない(放置している)分野はどこか」が見えるので、時間も効率よく使えるようになった。

竹内：習得レベルに達したかどうかはどのような形で判断されているか？

船登：生徒に目の前で問題を解いてもらい、実際にすらすら書けているかを見ながら判断しています。



Focus Goldにおける10段階の習得度表

| | | |
|--|---|---|
| レベル1 マスター編の例題の50%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる | レベル2 マスター編の練習問題の50%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる | レベル3 マスター編の例題の80%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる |
| レベル6 マスター編のStep Upの80%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる | レベル7 マスター編の章末問題の50%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる | レベル8 マスター編の章末問題の80%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる |

| | |
|---|--|
| レベル4 マスター編の練習問題の80%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる | レベル5 マスター編のStep Upの50%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる |
| レベル9 チャレンジ編のLevel up問題&演習問題の50%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる | レベル10 チャレンジ編のLevel up問題&演習問題の80%の問題で、解説を見ずに、解答と同じ答案が、手を止めずに作れる |

竹内：ノートだけで判断するのではなく、実際に目の前で解いてもらうのは大事。

船登：数学においては、「パターン認識」だけで解いてしまっている生徒もいるが、それだけでは完全には定着しない。定着させるためには、まず、問題(例題)を見て自分で考える。分からなかったら、下の「解説」を確認する。確認したら一度、頭の中でアウトプットする。頭の中でアウトプットできないものは手を動かしても書くことはできないので、この作業は必ず行う。アウトプットできと思ったら、実際に解答が書けるか確認する。これらを繰り返すことで徐々に定着できる。

竹内：頭の中で再現するなど、アウトプットの形まで指導しているのはよい。ちなみに、FGはどのような進め方をしている？

船登：まずは、*、**の問題だけを1周する。その際、解けた問題、解けなかった問題にはそれぞれ○、×をつける。1周目が終わった後は、×がついている問題だけを繰り返して学習する。

*、**がほぼ○になって初めて***の問題に取り掛かる。FGにおける*、**の割合は約5割、***の割合は約3～4割。FGにおいては、***が登竜門なのでここを突破できるかがカギ。また、問題を、○・×でマネジメントするのは大事だと思っている。時間も限られている中で、すでに解ける問題を、わざわざ時間をかけて解くのは時間がもったいない。○は模試前に確認する程度でよい。

竹内：ちなみに、1日の問題数はどのように設定している？先生が指定？生徒が自分で設定？

船登：1日にやるべき問題数まで指定している。配分は模試をペースメーカーにしている。例えば、模試が3か月後にあるとする場合、FGが対応している問題数を数えると約150テーマ(例題+練習)ある。基本的に、習得したい期間(この場合は、

3か月)の半分の期間で範囲を1周することを想定している。なので、1.5か月(50日程度)だと1日3テーマ。ちなみに、1テーマは30分を想定している。よく分からないけど量をこなせば、何となく数学力が身についた気になってしまう生徒が多い。そのような、無意識な大量の演習をするのは一番危険だと思っている。その点については、進学アドバイザーとして学校とも話をしている。



問題集と参考書について

船登：自分が問題集ではなく参考書を用いて指導する理由は「解説の丁寧さ」。「この問題を通して●●を学びましょう」の「●●」の部分を見えて生徒に見せてあげないと定着しにくい。FGは「Focus」などにその要素が入っているが、問題集にはこのような要素がほぼ無い。

竹内：もともと参考書と問題集はコンセプトが異なっている。参考書のコンセプトは「自学自習のためのもの」、問題集は「日々の学習をその日に復習するためのもの」。傍用問題集の答えを配るか配らないかという部分もあるが、参考書に比べて問題集での学習の方が生徒は苦勞することが多いという話はよく聞く。

船登：FG 数学Ⅲに掲載されている「積分計算ランダム演習」は感動した。このような網羅性は大事であると思う。また、網羅的な参考書の良い点

は、他の問題との共通項や相違点が見えるところ。網羅性が担保されているおかげで、相対的にその問題の重要度が分かる。重要な部分だけに絞った問題集も良いと思うが、問題同士のつながりが見えないところが難点。FGは、確かに問題数は多いが、「見てわかる因数分解」「整数問題の5パターン」など、学んだ内容を体系的に整理してくれるコラムが入っているの、生徒は理解しやすい。

今後の数学教育について

竹内：先生のお話を聞いていると、1年生の頃から3年間を見通した使い方をしている印象がある。ただ、現場では1、2年生は参考書を使っているが、3年生になると入試問題集などがメインになってしまい、参考書があまり使われなくなるのが現状。それはすごくもったいない。また、数学でも「暗記はダメ」というイメージがついている。確かに、丸暗記するだけでは何の意味もないが、その問題の意味を正しく理解した上での暗記は問題ない。少なくとも、一定のパターン(最低限のベース)が頭に入っていないと応用はできない。

船登：将棋でもチェスでもプロの人は膨大な棋譜(パターン)が頭に入っているからこそ、局面に応じて最適な一手を打てる。数学も同じで、ただの暗記ではなく、自分の中で体系的に整理されているのであればパターンを持つことは悪いとは思わない。

最後に

竹内：先ほどから船登先生も仰っているように「可視化」というのはすごく大事。今後の数学教材においても、生徒に達成度を目で見える形で「可視化」してあげることが重要になってくるのではないかと。今回いただいたご意見をもとに、FGを生徒(先生)にとって、さらに学習しやすい(使いやすい)本にしていく必要があるね。本日は、本当にありがとうございました。

船登：ありがとうございました。

座談会 2「竹内先生・荻原先生・猪瀬様 対談」

自己紹介

竹内：SNSで「瞬殺数学」というシリーズを連載しており、私が出したお題に対して、全国の数学の先生がSNS上で解き方など話し合っている。

また、数学の先生方のネットワークが広がったり、興味を持つ生徒が増えたりすればと思い、先生や生徒に対して出前講義・研修なども行っている。



荻原：11年間私立の中高一貫校で教え、昨年から東京学芸大学附属高校で働いている。担当している生徒が初めて新テストを受ける学年なので、情報収集も含め、試験に向けて、「数学的思考」を育てるにはどうすればよいかを日々考えながら指導している。

また、大学の附属高校ということもあり、高校と大学の接続も観点に入れて指導している。



猪瀬：インターネットの広告代理店をしている。日々、大学入試の問題を頭の体操として解いている。また、じっくりと考えることが好きで、将棋も趣味である。好きなことには没頭するタイプで、将棋はアマ5段。



数学について

竹内：猪瀬さんは数学を趣味で行っている？誰かに教えているわけではなく？

猪瀬：今は個人の趣味として数学を楽しんでいるが、高校の時は数学が嫌いだった。その後、書店で手に取った本がとても面白くて数学をやってみようかなという気になったが、やっと面白くなってきた段階で社会人として働かないといけなくなった。ただ、数学を学ぶことに対しての心残りみたいなものがずっとあったので、時間を見つけてはYouTubeで数学に関する動画を見たり、大学入試の問題を解いたりしていた。その中で、FGをおススメしている人がおり、興味を持ったのがFG購入のきっかけ。実際に買って読んでみたときの最初の印象は、感覚的なものだがFGはとっつきやすくやってみようという気にさせる本。また、実際に解いてみると、解説が圧倒的に分かりやすく、解き方も、少しひねったようなものではなく、ストレートな解法で自然に頭に入ってくる。高校生の時に出会いたかった。それくらいの本であると思う。

竹内：大人になってから数学を学びなおしたいという人はいるが、色々な参考書をわざわざ買ってまで勉強する人は珍しいですね（笑）

猪瀬：高校でせっかく学んだのに、卒業した後、数学が社会とつながっていることを学ぶ機会があまりないのはもったいない。特に、AI（人工知能）や統計学など、数学は、これから必要になってくるビジネスなどの基盤になっていると思う。単に入試のために数学を学ぶのではなく、学ぶことが将来どのように生かされるのか、その辺りまで高校で教えてもらいたかったと思う。

荻原：確かに、その辺りまで伝えられたら良いと思う。一方、高校で学んでいる数学がそのまま、社会のこの部分に直結すると伝えるのは難しいという側面もある。大学になってから学ぶことで分かることもあるので、高校生の段階では、教科書の知識をつないであげることが大事。どちらも伝えたいが、なかなか難しい…。

これからの時代に求められる本とは？

荻原：数学には分野が違っていても、問題を解くときの発想が同じ問題（例えば、「具体的な数で実験する」など）はたくさんある。そのようにアイデアを体系化してつなげていくことが大事だと思う。個人的には、生徒にはFGの内容を自分でつなげて半分くらいに圧縮するところまでいってほしい。そのような「思考のプロセス」が身につくように指導することを心掛けている。その力が身についてくれば、一つの問題を突き詰めていくことができ、最終的に社会と数学のつながりも理解できるようになってくるのではないかな。そういう意味では、ゴールド付属の問題集だったり、問題の切り崩し方（「思考のプロセス」）に重点を置いた問題集があると生徒にとってはよいのではないかな。

猪瀬：証明についてのアプローチに特化した問題集などもあったもよいかもしれないですね。

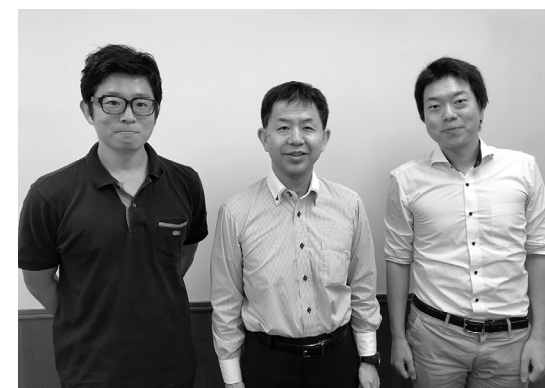
竹内：正直なところ、受験数学というものは無くないと思う。ただ、教育そのものも変わってきているので、参考書についても、今後は「ただ解説が分かりやすい」とか「網羅性がある」だけではなく、「なぜ数学を学ぶ必要があるのか」のような、今までとは異なる観点の読み物的な要素も必要になってくるかもしれない。FGに掲載するとすると、またページ数が増えてしまいそうだが（笑）

荻原：今までもそうだったが、これからの課程は、時間に対して学ぶ内容が多い。限られた時間の中

で「考える力」が身につくように、内容を厳選した問題集（例えば、数学Ⅰだと「2次関数」にクローズアップしたもの）などもあったもよいのかもしれない。

最後に

竹内：本日は貴重なご意見をいただきありがとうございます。今後、新課程に向けてFGは更なるバージョンアップが必要となってくる。これからも広くご意見をいただきながら皆様と一緒に作り上げていけたらと思っておりますので、今後ともよろしくお願い致します。本日は本当にありがとうございました。



▲座談会にご協力いただいた先生方

数学甲子園 2019

～チームの力を集約し、頂点を目指せ!～

大会2連覇を果たした栄光学園高等学校「朝食会の Toast」チーム



昨年参加できなかった
チームメイトを加えて、
同じメンバーで
大会連覇!!

2019年9月15日に数学甲子園の本選が行われました。

全国294校703チーム、2833人より勝ち抜いた、36チームによる熱い戦いが繰り広げられ、神奈川県
の栄光学園高等学校が見事優勝を果たしました。全国予選を実施するようになった2012年以降、初の連覇と
なります。優勝したチームのインタビューや参加された生徒の声より、大会での戦いの様子をお届けします。

●大会結果●

優勝

栄光学園高等学校 「朝食会の Toast」チーム
(神奈川県)

準優勝

灘高等学校 「油淋鶏」チーム (兵庫県)

敢闘賞

開成高等学校 「開成高2S」チーム (東京都)

入賞4位

海陽学園海陽中等教育学校
「? (こんにちは)」チーム (愛知県)

入賞5位

公文国際学園 「* in 0」チーム (神奈川県)

入賞6位

兵庫県立神戸高等学校
「Mathemagician」チーム (兵庫県)

入賞7位

白陵高等学校 「しんちゃん」チーム (兵庫県)

【特別賞】

林家久蔵賞
京都市立西京高等学校
「無知無恥父鞭乳ムチムチ」チーム (京都府)

【部門賞】

Math Create 賞
白陵高等学校 「しんちゃん」チーム (兵庫県)
Math Battle 賞
開成高等学校 「開成高2S」チーム (東京都)
Math Live 賞
栄光学園高等学校
「朝食会の Toast」チーム (神奈川県)

●優勝チームのインタビュー●

「優勝した今の気持ちを教えてください。」

・昨年は一人のチームメイトが参加できなかったが、今年はチームのみんなで優勝でき良かった。Math Create, Math Battle, Math Live すべてにおいて、チーム全員が活躍でき、Math Live では賞をいただくことができた。

・数学力のあるメンバーのおかげもあり、上位を狙えると思っていたが、優勝することができ、嬉しい。

・数学甲子園を楽しみたいという気持ちで臨んだが、みんなと一緒に優勝することができ、本当に良かった。

「優勝できた要因は何だと思いますか。」

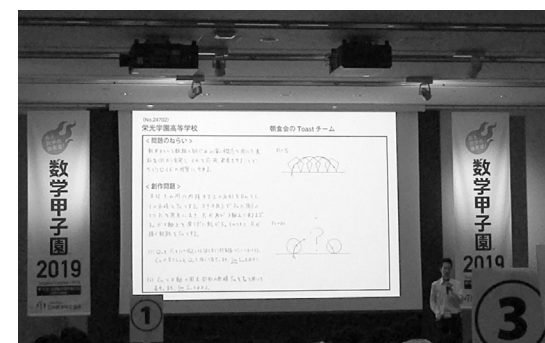
・数学が得意なメンバーでチームを組み、予選・Math Create の問題案・本選の大まかな役割分担を決めていた。

・個人の強みを活かし、問題を分担して解いた。難しい問題は一人が方針を決め、もう一人が計算を行う場面もあった。

・リーダーが真ん中に座ることで英語問題担当のフォローをするなど、問題の内容によって担当を割り振れるように着席順にも気を配った。

・Math Battle ではケアレスミスをしないよう気を付けたり、最後にチーム全員で解答を確認したりするなど、小さな努力を積み重ねたことにより、高得点を獲得することができた。

・Math Live は特に入念に練習しており、その結果 Math Live 賞をいただくことができた。



「Math Live の対策に力を入れたとのことですが、どのような点に気を付けましたか。」

・Math Create ではプレゼンがしやすい問題を選んで作成した。

・プレゼンの構成をしっかり練り、プレゼン資料も十分に用意することで、スムーズな説明を行うことができた。

・昨年の経験を活かし、プレゼン担当・質疑応答担当の役割を決めたり、問題をアピールすることを意識した言葉を使ったり、会場の聞いている方にすごいと思ってもらえるように心掛けた。

・質問の対策をあらかじめ立てておいたことで、筋の通った返答ができた。

「今後どのように数学と付き合っていきたいですか。」

・数学を用いることに生きていきたい。

・プログラミングや物理系など、計算の過程で数学力を活かしていきたい。

・自分の数学力のベストを尽くせる場所で生きていきたい。

・理科の研究など、自分が楽しんで行えることに発展させていきたい。

「数学甲子園の優勝を目指している後輩に向けて、一言お願いします。」

・数学甲子園での戦い方を伝えて、3連覇を託したい。

競技説明

●予選●

競技内容：参加選手が個々に、問題 20 問を 60 分以内に解答します。

出題範囲：実用数学技能検定（以下数学検定）2 級・準 2 級程度の日本語表記問題。

選抜方法：チームの平均点に基づいて 36 チームを選抜します。

●本選●

Math Create ～数学の問題の作成～

競技内容：チームの全員が集まれる場所（学校内など）と日時を決め「課題テーマ」に沿った問題を創作し、「Math Live」で行うプレゼンテーション資料（「問題のねらい」「創作問題」「模範解答」それぞれ 1 枚）を 90 分以内に作成します。

Math Battle ～数学の問題の解答～

競技内容：チーム全員で、問題 18 問を 60 分以内に解答します。

出題範囲：数学検定準 1 ～準 2 級程度の問題（日本語表記問題 12 問、英語表記問題 6 問）。

選抜方法：「Math Create」と、「Math Battle」の得点に基づいて 6 チームを選抜します。

Math Live ～作成した問題のプレゼンテーション～

競技内容：「Math Create」で創作した問題について、「Math Create」「Math Battle」で選ばれた 6 チームに加え、敗者復活で選ばれた 1 チームでプレゼンテーションと質疑応答を行います。

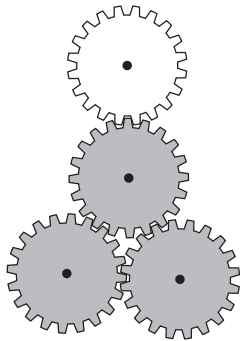
各賞決定：「Math Create」「Math Battle」「Math Live」の合計得点に基づいて各賞を決定します。

●数学甲子園の問題を少しお見せします●

優勝チームも含む皆さんが特に頭を悩ませた問題はこれだ！

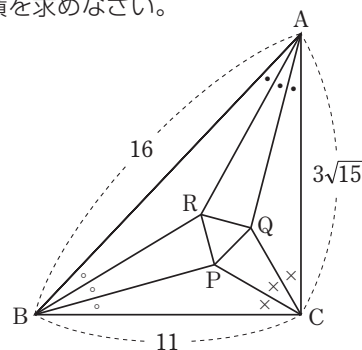
（予選 問題 16）

下の図のように、同じ大きさで同じ歯数の歯車 4 つを組み合わせます。いちばん上以外の 3 つの歯車を固定し、その周りを上の歯車が一周するとき、動かす歯車自体は何回転するか答えなさい。



（Math Battle 問題 6）

下の図のように $AB=16$, $BC=11$, $CA=3\sqrt{15}$ である直角三角形 ABC において、それぞれ角の三等分線を引きます。 $\triangle ABC$ の各辺に近いものどうしの交点を結んで $\triangle PQR$ をつくるとき、 $\triangle PQR$ の面積を求めなさい。



● Math Create のテーマ ●

多種多様なテーマや参加チームが作成した問題をご紹介します！

2019 課題テーマ 「軌跡」

課題文 事象や現象を 1 つ挙げ、軌跡の工夫に関する数学の問題を作成しなさい。

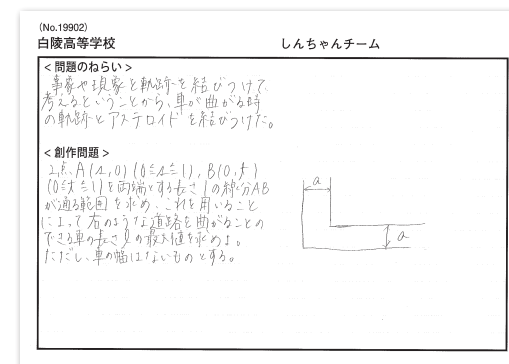
白陵高等学校 「しんちゃん」チーム

〈問題のねらい〉

事象や現象と軌跡を結び付けて考えるということから、車が曲がるときの軌跡とアステロイドを結び付けた。

〈創作問題〉

2 点 $A(s, 0) (0 \leq s \leq 1)$, $B(0, t) (0 \leq t \leq 1)$ を両端とする長さ 1 の線分 AB が通る範囲を求め、これを用いることによって右のような道路を曲がることのできる車の長さ ℓ の最大値を求めよ。ただし、車の幅はないものとする。



栄光学園高等学校 「朝食会の Toast」チーム

〈問題のねらい〉

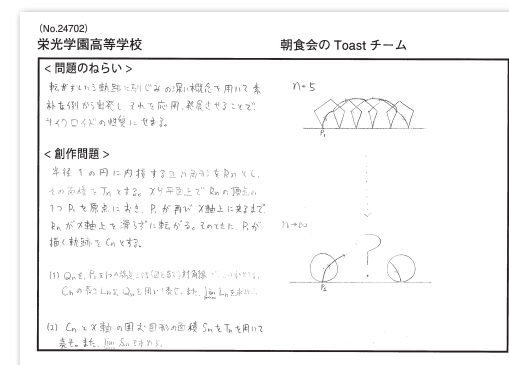
転がすという軌跡になじみの深い概念を用いて素朴な例から出発し、それを応用・発展させることでサイクロイドの性質にせまる。

〈創作問題〉

半径 1 の円に内接する正 n 角形を R_n とし、その面積を T_n とする。 xy 平面上で R_n の頂点の 1 つ P_1 を原点におき、 P_1 が再び x 軸上に来るまで、 R_n が x 軸上を滑らずに転がる。そのときに、 P_1 が描く軌跡を C_n とする。

(1) Q_n を、 P_1 を 1 つの端点とする（辺を含む）対角線の長さの和とする。 C_n の長さ L_n を Q_n を用いて表せ。また、 $\lim_{n \rightarrow \infty} L_n$ を求めよ。

(2) C_n と x 軸の囲む図形の面積 S_n を T_n を用いて表せ。また、 $\lim_{n \rightarrow \infty} S_n$ を求めよ。

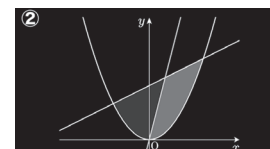


2018 ①～⑥の映像に共通することをテーマとして、数学の問題を作成しなさい。

ゴミを分別する。



領域を分割する。



お餅を分配する。



立方体を切断する。



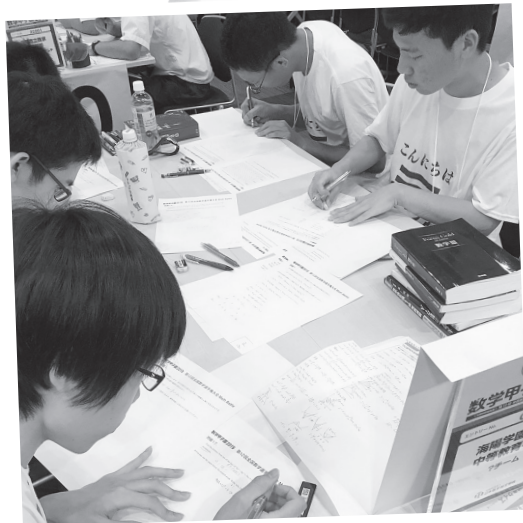
2017 課題テーマ 「操」「連」「投」

課題文 「操」「連」「投」の 3 つの文字をすべて使って、数学の問題を作成しなさい。

●会場の声を聞きました●

「Math Battle を終えての感想を聞かせてください。」

- 過去問題よりも、問題の設定が親切だと思った。
- 有名な問題が多いように感じた。
- 問題の設定の理解が難しかった。
- 英文問題で2問ほど問題文が理解できなかったものがあり悔しい。
- 対策をした成果が出た。
- 手ごたえがある。
- 過去問題と同じような難易度に加えて、計算量が多く大変だった。
- 問6が難しく、解けなかった。



「数学の魅力はどのようなところですか。」

- 問題に取り組むほど、問題が解けるようになるので面白い。
- 大学受験での得点源になるので、とても良い教科だと思う。
- 数学はアイデンティティとなるもの。
- 解けなかった問題が解けた瞬間に喜びを感じる。
- 問題が解けることに、喜びを感じる。
- 平面幾何の図形において、補助線を引いたときなどに、新しい発見をすることがあり、嬉しい。
- 関係と事象を結び付ける手段。
- 全く別の解法でも、最終的に同じ答えにつながっているので、面白い。
- 考え抜いて、解答ができたときに頭が良くなったように感じる。
- 証明問題の解法が分かったときに、喜びを感じる。



●数学甲子園を通して●

参加チームは、数学部や数学同好会、数学が好き・得意な生徒、友達同士、異なる学年同士、通う学校は違うが数学を通して、さまざまなつながりを持つ生徒たちが集まっていました。

参加者は「学問としての数学が好き」「問題が解けたときに達成感がある」など、楽しみながら数学に取り組んでいるようでした。

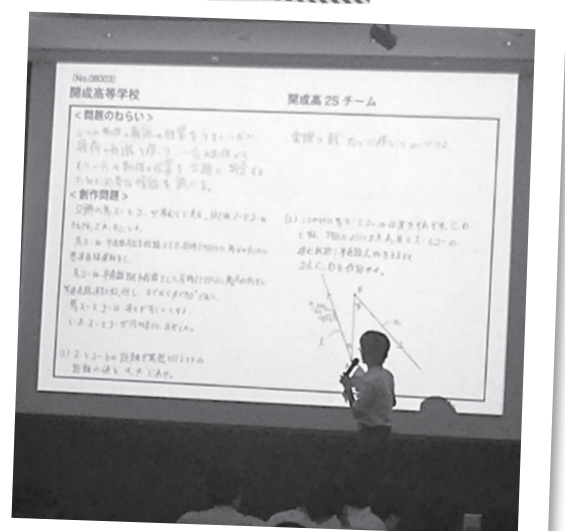
「『数学を、数学の面白さを』伝えてほしい」という声が審査員の講評の中で上げられました。予選を勝ち抜いてきたチームは、数学力も、数学が好きという気持ちもとても拮抗していました。

その中でどれだけ自分たちが数学を楽しむか、そして、それをどれだけ周りに伝えることができるか、その差が今回の結果につながったのかもしれない。



数学を深く知っているからこそ、数学の事象などからテーマに沿った問題を作成し、面白さやすごさを伝えることができるようなプレゼンテーションができるのでしょう。

数学甲子園は参加することで、学校を離れても数学を一生楽しむ気持ちを忘れないで過ごしていけるような経験をすることができる場だと思います。



1. 主体的・対話的で深い学びの授業

主体的・対話的で深い学びの授業の重要性が求められている中、本校で取り組んでいる「World café」を用いたアクティブラーニング授業の実践を紹介する。

2. 本校について

本校は、2019年に学校創立102周年を迎えた。大正6年、甲府市立甲府工芸学校として創立以来、多くの卒業生が技術者として山梨県や日本の発展に寄与し、社会から高い評価を得ている。

現在、機械・電気・電子・建築・土木の5科に分かれ、生徒は充実した施設・設備を活用して、勉学や部活動に励み有意義な学校生活を送っている。

「質実剛健」を校訓とした伝統的な校風は、創立当初から今日まで引き継がれ、「新時代を主体的・創造的に生き、知徳体をそなえ、地域の希望となり未来となって、山梨を支え日本を支え、世界に羽ばたくエンジニアの育成」を教育目標としている。

山梨大学工学部附属ものづくり教育実践センター、公立諏訪東京理科大学をはじめとする多くの大学と高大連携協定を結んでいる。

平成29年4月には、文部科学省より「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール（SPH）」の指定を受けている（平成29年より5年間）。SPHでは、高度で実践的な技術力の向上のために、県内ロボット関連製造業・インフラ整備産業および県外先端技術研究施設・先端ロボット導入施設の見学など多くの活動を行っている。また、令和2年度4月には、機械・電子をより深く学び、各分野を融合して先進的設計技術者を育成する全日制専攻科（創造工学科）を開設する。

なお、本校には定時制（夜間）が併設され、機械・電気・建築・専攻科（建築）で専門技術の習得に励んでいる。

全日制の教育課程は、1年：数学Ⅰ（3単位）、2年：数学Ⅱ（4単位）、3年：数学Ⅲ（4単位）があり、数学Ⅲは毎年50～70名程度の生徒が受講している。

3. アクティブラーニングを始めようとしたきっかけ

私は「facilitation」を大切にしている。チームに対してメンバー同士の相互作用から得られる気づきにより、自律的な問題解決を促す。他の人とぶつかり合い、お互いの違いを知ること、自分たちの壁を打ち破り成長していく。「facilitation」ではこのような相互作用を大切にしている。担任をしていたときには、LHRにも「facilitation」を利用したアクティビティを積極的に取り入れていた。ジェネラルスキル（コミュニケーション力、問題解決能力、リーダーシップ、自己管理能力など）や社会人基礎力（一歩踏み出す力、考え抜く力、チームで働く力など）を鍛え、社会の変化に対応した教育の充実を図ることができると考えたからである。

4. World café を取り入れる

グループワークでは、勉強ができる生徒が率先して問題を解き、それについて同じグループの生徒に説明をして終わっている。はたしてこれで全員がアクティブラーナーになれるのか疑問を抱いた。クラス担任として「team building」や「合意形成の仕方」など「facilitation」を勉強するために参加したFAJ（特定非営利活動法人日本ファシリテーション協会）の定例会で「World café」の手法を知った。本来、企業での話し合いの手法である「World café」を授業に取り入れるために試行錯誤をした結果、現在の形にたどり着いた。



「World café」を用いた授業

・第1段階：4人1組でグループを作る

1グループの人数は4から5人（原則4人）。この人数であれば、話す時間と聞く時間のバランスが取りやすく、話し合いの手法としてWorld caféの形式が活きてくる。机を合わせ、ホワイトボードを真ん中に置く。ホワイトボードに浮かんだアイディアを自由に書き込んでいく。4人の場合、ホワイトボードをどの生徒からも等距離に置くことができる。

・第2段階：1人を除き、他のグループに移動し、時間を決めて情報交換を行う

1人を残して全員が他のグループに移動する。残った1人は、移動してきた人に自分のグループで話し合った内容を伝える。

次に、移動してきた人たちが自分のグループで話し合った内容を伝える。ラウンドごとに別のグループの話し合いに参加するのでさらに深めていくことができる。

ホワイトボードを活用すると、移動してきた人でもそのグループでどんなことが話されていたのかわかりやすく、意見も出しやすくなる。

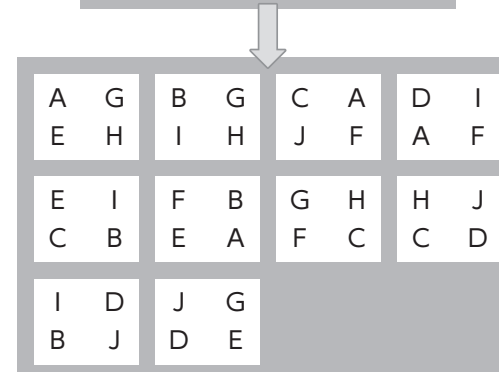
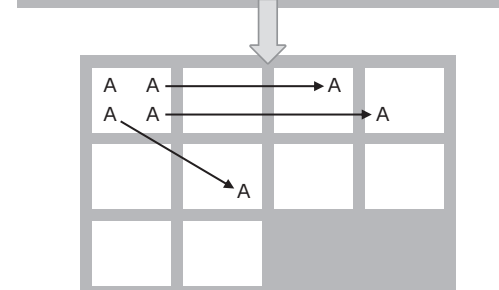
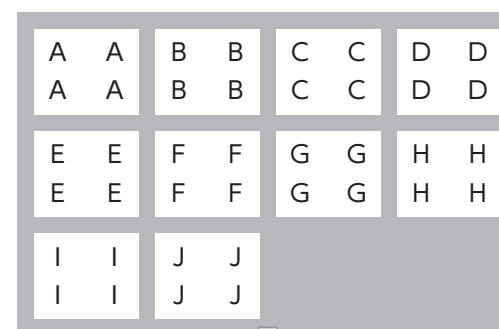
「※5グループ以上の場合でもグループ間の移動を工夫すると、一度の移動ですべてのグループの話を聞くことができる。」

・第3段階：最初のグループに戻り、学びの練りあいを行う

最初のグループに戻り、聞いてきた内容を共有する。その後、学びの練り合いを行い、自分たちのグループの最終結論を導く。

・第4段階：presentationを行う

クラス全体で情報を共有する。各グループから1人発表者をくじ引きで決める。くじを使うことにより生徒に緊張感を持たせることができる。



5. 「World café」の利点

①意見を言しやすい

「World café」方式の主な効果は、話しやすい環境で生徒が意見を言しやすいという点である。大人数の前で発言するよりも、少人数の方が発言しやすい。また、少人数で距離が近く、話を聞いてもらいやすい環境にあるため、自分の素の意見を言しやすいという効果がある。

②相手とのつながりを意識できる

「World café」ではディベートのように否定される事はなく、自分の素直な意見が尊重されるため、より対話が活発になる効果がある。相手の意見を聞き、つながりを意識しながら自分の意見を伝えられるため、場の一体感を感じられる。

③クラス全員が参加できる

自分のグループの意見を他のグループに説明するためには、全員が自分のグループの意見を理解し、説明できればいけない。これは全員が話し合いにアクティブに参加していなければできないことである。



④全員の意見や知識が共有できる

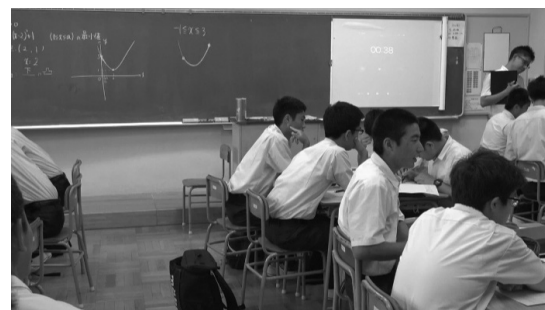
グループを移動することにより、直接でなくても、先に議論した内容から、参加者全員の意見を知ることができるという効果がある。これは、移動の回数が増えるごとに効果が増す。少人数で話し合いをしているにもかかわらず、多くのクラスメイトと意見や知識の交換ができる。

6. 「World café」の課題

「World café」の効果を最大限引き出すには、以下に挙げるような課題や注意点がある。

①配分時間の設定と時間の提示方法

話し合いの時間を何分取るかという最初の時間設定が肝心である。第1段階の話し合いで、ある程度グループの意見がまとまった方が、次のステップに自信を持って進める。また、1時間の間になるべく多くのグループを回すためにも、時間設定を慎重に行う必要がある。グループによっては、時間が余ってしまったり、足りなかったりとさじ加減が難しく、生徒の実態に応じて、クラスごとに時間設定を微妙に変えるなど、時間設定は頭を悩ませる問題である。



話し合いに入る前には必ず話し合いの時間を伝え、タイマーで時間を表示している。タイマーで表示する理由は現時刻で何時何分までと伝えても、うまく行動できない生徒もいるからである。タイマー表示であれば、全生徒が必ず制限時間に敏感になれる(時限爆弾のようだと言っていた)。

② facilitation

従来のグループ学習のように、考え方や答えを導くためのヒントを教え、生徒から意見を引き出すのではなく、いかに意見を溢れさせるかを考えながら進行する必要がある。

③ reflection

学んだ内容を復習するために、数式や答えを言語化し、書き表す方法にも工夫が必要である。通常の授業で行われる例題などの解答とは違い、考え方の道筋が示されていない場合、生徒にとって内容の言語化が難しい場面も多々ある。

④ 「World café」と計算力の兼ね合い

「World café」は意見を学び、考えを練り合うなど主体的・対話的な授業において大変効果のある教授法である。しかしその一方で、教師主導の授業に比べ問題演習量が減ってしまっている。限られた授業時間数・家庭学習時間の中で、バランスよく行っていく必要がある。

7. 生徒の変容

「World café」を行うことにより、授業に能動的に参加しているアクティブラーナーが育っている。勉強ができる生徒に頼り、わからない生徒は説明を受けるだけのグループワークとは違い、全員の脳が活性化されている。生徒全員が、相手に説明することにより自分の頭の中が整理されていくことを実感している。同様の答えでも、グループによって説明の仕方が少しずつ違うことを生徒は感じており、相手にわかりやすく説明するとはどういうことか、徐々に理解できるようになってきた。また、例題提示の授業に比べ、考え方だけでなく答えをどのように表現するかも考えさせるので、表現力も身につけてきた。

8. 今後の展望

社会の急激な変化に伴い、インターネット・AI(人工知能)は私たちにものすごい上げ底をもたらしている。

これからの教員の役割はteacher(教える人)だけではなくfacilitator(促進する人)とexpert in learning(学びの専門家)であると考えている。また、主体的・対話的な授業を通して、論理的思考力、コミュニケーション力、問題解決能力、リーダーシップ、前に踏み出す力、考え抜く力、チームで働く力を育てていくことが求められる。数学的思考力などの基礎的な学力を身につけさせるだけでなく、生徒にとって何が大事かマネジメントすることも教員の大事な役割の一つだろう。生徒を誰1人取り残さないためにも、質の高い教育を行っていききたい。

アクティブラーニングは「World café」だけではなく、Think pair share, ポスターセッション, ジクソー法など多数ある。

今後その中でもハーバード大学で実践されている、ピアインストラクションを実践してみたいと考えている。しかし、コンセプトテストの質、グループ分けの方法など、授業で実践するためには様々な課題が残っている。最後に誠に恐縮であるが、全国の数学の教員でピアインストラクションを行っている方がいればご教授頂きたい。

略歴

諏訪 めぐみ

すわ めぐみ

山梨県生まれ。
日本女子大学理学部
数物科学科卒業。
教職歴24年目で本校勤務は4年目。
1学年主任。
タブレットやスマートフォンを利用した授業を展開している。
数学だけでなく、SDGsについても見識を深め生徒に推進している。



知識構成型ジグソー法を用いた アクティブラーニングの実践報告

～立方体の切り口の形に関して～

大阪府 私立 清風中学校 榎本 和敏

1. はじめに

近年、「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度・能力」を持った人材の育成が強く求められるようになりました。このような能力は、グループで話し、協力し合う経験を積み重ねることによって身につきます。グループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワークを中心としたアクティブラーニングの授業を通じて、生徒たちは主体的・対話的な学びを体得します。そこで本校では東京大学の大学発教育支援コンソーシアム推進機構 CoREF（現：高大接続研究開発センター高大連携推進部門 CoREF ユニット）が開発した協調学習を引き起こすための授業手法「知識構成型ジグソー法」を各教科に取り入れていきます。はじめに、この知識構成型ジグソー法を用いたアクティブラーニングのプログラムについてご紹介します。

2. 東京大学 CoREF 開発「知識構成型ジグソー法」とは

STEP 0 問いの設定

教師が教科の単元に応じた「問い（課題）」を生徒に発問します。

STEP 1 自分一人で答えを見つけだす

一人ひとりが与えられた課題に対して、まず考えをまとめます。

STEP 2 エキスパート活動

3つの専門的な資料を読み合うグループに分かれ、意見交換することで、各グループ内での理解を深めます。

STEP 3 ジグソー活動

専門的理解を得た生徒が3人のグループを作り、ジグソー（意見交換）することで新しい視点や理解を深め、グループごとの答えを見つけます。

STEP 4 クロストーク

グループごとの考えを論拠に基づいて発表。さまざまな意見にふれることで一人ひとりが新しい気づきを得ます。

STEP 5 一人に戻る

最初の問いに再び向き合い、最終的な自分の考えを出します。

以上が知識構成型ジグソー法の大きな流れです。自分の言葉で説明したり、他人の説明に耳を傾けたり、わかろうとして自分の考えを変えたりといった一連の活動を繰り返すことで、考え方や学び方そのものが学べるという仕組みになっています。

参考；

東京大学 CoREF「知識構成型ジグソー法」
<https://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/5515>

3. 「立方体の切り口の形」をテーマに

本校は私立の中高一貫校であるため、特に中学1年生の生徒は中学受験に有効なテクニックばかりを習得しているだけの生徒が数多くいます。答えを求めることだけに執着し、途中式を書いたり、説明を記述したりすることができない生徒にしっかりと考える機会を与えたいと思い、知識構成型ジグソー法を用いたアクティブラーニングを取り入れようと思いました。そこで、答えは容易にわかるが、なぜそうなるのかは説明できないようなものとして題材に選んだのが「立方体を切断したときの切り口の形」についてです。この単元では、ほとんどすべての生徒が切り口の作図方法は知っているものの、なぜそうなるのかを説明することはできないのではないかと考えました。

4. メインの課題

まず、生徒に発問したのが次の課題です。

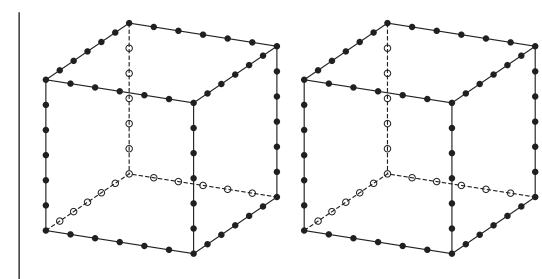
立方体をある平面で切ったときの切り口の形を考えたい。

問1：次のア～クの図形を切り口の形として、できる図形、できない図形に分類せよ。

ア、直角三角形 イ、二等辺三角形
ウ、正三角形 エ、台形
オ、平行四辺形 カ、正五角形
キ、六角形 ク、七角形

問2：切り口の形が正六角形になるようにするためには、どのような平面で切ればよいでしょうか。

問3：切り口の形が五角形になるようにするためには、どのような平面で切ればよいでしょうか。

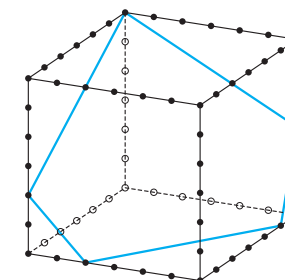


一人で解いてもらったときの生徒の反応は以下のようなものでした。

生徒A「こんな簡単や～」

生徒B「中受（中学受験専門塾のこと）でやった～」

予想通りの反応でした。しかし、問1のできる図形に直角三角形や七角形を分類している生徒や、できない図形に平行四辺形を分類している生徒が数多くいました。また、問2の作図はできていた生徒が多かったものの、問3の五角形の作図では、白紙のものや、次のような有り得ない五角形（同一平面上にない五点を結んだもの等）をかいている解答が目立ちました。



5. 生徒に気づいてほしいポイント

先ほど述べたように、本校の中学1年生は立方体の切り口の作図方法は知っています。しかし、それは「次の3点を通る平面で立方体を切ったときの切り口の形を作図せよ。」といった立方体の中に3点が指定されたものがほとんどで、このような何も指定がない問題については考えたことが

ないと思われます。また、なぜそのような切り口になるのかという根拠もほとんどの生徒が知りません。したがって、先ほどのような有り得ない五角形を作図するのです。

今回のアクティブラーニングで生徒に気づいてほしいポイントは次の2点です。

◇『立方体の向かい合う面に現れる、切り口の多角形の辺は平行である。』

◇『切断面と交わる立方体の面にできる交線は1つで、それが切り口の多角形の辺となる。』

また、1つ目のポイントについては理由も説明できるようになってほしいと思っていました。

参考：システム数学1 幾何・統計編 p.61

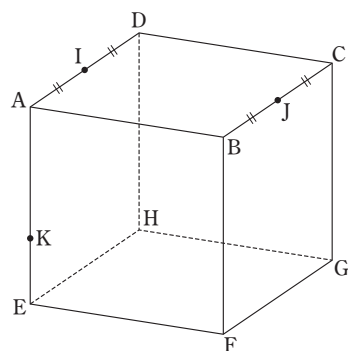
6. エキスパート活動について

エキスパート活動はA、B、Cのグループに分かれ、専門的な活動をする時間です。3人ずつのグループを作り、話し合いながら1つの課題を行います。生徒に気づいてほしいポイントのヒントを3つのエキスパートに振り分けて課題を作成しました。この3つの課題の作成が教師側としては1番苦労するところであり、私自身もかなりの時間を要しました。3つのエキスパートのバランスを考えた上で、ジグソー活動を通して答えが導けるような課題が必要です。今回は、白水 始（しろうず はじめ）教授をはじめとする東京大学CoREFの方々のお力もお借りして本校教員相手に模擬授業を行い、教材を修正したうえで生徒に向けて実施しました。

7. エキスパートA

問1

(1) 下図の立方体において点I、Jはそれぞれ辺AD、BCの中点であり、点Kは辺AE上の点である。点I、J、Kを通る平面で立方体を切ったとき、切り口の形を答えよ。

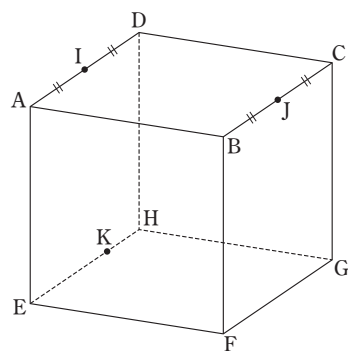


(2) 切り口の図形の特徴を3つあげよ。

- 1, 二組の（ ）の長さがそれぞれ等しい。
- 2, 二組の（ ）がそれぞれ（ ）である。
- 3, （ ）の大きさがすべて等しい。

問2

点Iと点Jの位置を固定して、点Kが辺AE上を点Aから点Eまで動き、さらに、辺EH上を点Eから点Hまで動くとき、点I、J、Kを通る平面で立方体を切ったときの切り口の形はどのように変化しますか。



| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| | → | | → | |
| | → | | → | |

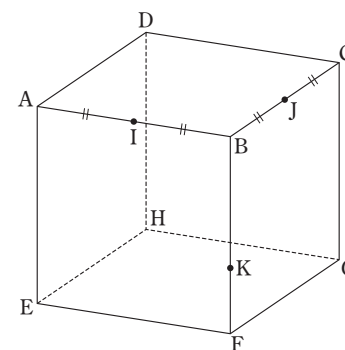
エキスパートAでは、切り口の形が長方形になるバージョンを学習してもらい、その性質を理解させることが目的でした。点Jと点Kを結んでしまう生徒もいましたが、3人の話し合いの中で、正しい考え方にたどり着けていました。立方体の向かい合う面に現れる、切り口の多角形の辺が平行であることを実感させることができればと

思っていました。また、後半では、切り口の形が長方形や正方形に変化する様子を観察してもらい、切断面の回転を感じてもらおうと考えました。

8. エキスパートB

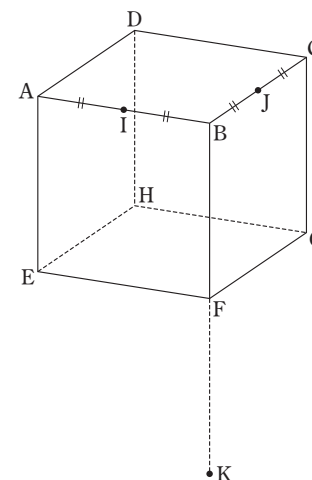
問1

下図の立方体において点I、Jはそれぞれ辺AB、BCの中点であり、点Kは辺BF上の点である。点I、J、Kを通る平面で立方体を切ったとき、切り口の形を答えよ。



問2

点Iと点Jの位置を固定して、点Kが辺BF上を点Bから点Fまで動き、さらに、点F側の辺BFの延長線上を動くとき、点I、J、Kを通る平面で立方体を切ったときの切り口の形はどのように変化しますか。



| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| | → | | → | |
| | → | | → | |

問3

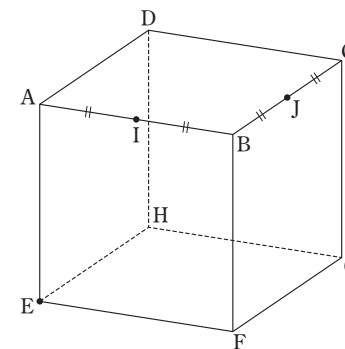
切り口の多角形の辺の数は何で決まりますか。

エキスパートBでは、切り口の形が二等辺三角形になるバージョンを学習し、その切り口の形が台形になるまでの変化を感じてもらおうと考えました。このことから、切断面と交わる立方体の面にできる交線は1つで、それが切り口の多角形の辺となることを実感できるのではないかと思います。

9. エキスパートC

問1

(1) 下図の立方体において点I、Jはそれぞれ辺AB、BCの中点である。点I、J、Eを通る平面で立方体を切ったとき、切り口の形を答えよ。

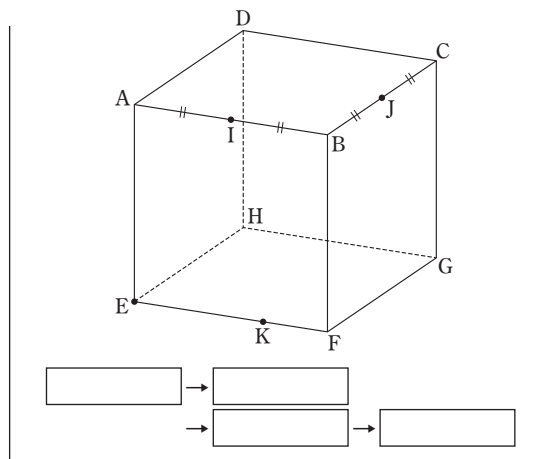


(2) 切り口の図形の特徴を2つあげよ。

- 1, (一 or 二) 組の（ ）の長さがそれぞれ等しい。
- 2, (一 or 二) 組の（ ）が（ ）である。

問2

点Iと点Jの位置を固定して、点Kが辺EF上を点Eから点Fまで動くとき、点I、J、Kを通る平面で立方体を切ったときの切り口の形はどのように変化しますか。



エキスパートCでは、切り口の形が等脚台形になるバージョンを学習してもらい、その性質を理解させることが目的でした。エキスパートAと同様に、点Jと点Eを結ぶ生徒がいましたが、3人の話し合いの中で、正しい考え方にたどり着けていました。立方体の向かい合う面に現れる、切り口の多角形の辺が平行であることをエキスパートAとは違う視点から実感させることができればと思っていました。また、後半では、切り口の形が等脚台形から二等辺三角形に変化する様子を観察してもらい、切断面の回転を感じてもらおうと考えました。

10. ジグソー活動

ジグソー活動では、エキスパート活動で得た知識をお互いに発表し合い、始めのメイン課題に再び挑戦します。

あるグループでは次のような活動が行われていました。

それぞれの生徒がエキスパート活動で何をやったのか発表したのち、
エキスパートAの生徒（以下、A）
「切り口の（多角形の）向かい合う辺は必ず平行になるってことかな～」
エキスパートBの生徒（以下、B）
「三角形が台形に変わる瞬間、（立方体の）下の面も切られている。」
エキスパートCの生徒（以下、C）

「Aとよく似ているけど、切り口が台形になる場合は、向かい合う一組の辺が平行になる。」

A「立方体は向かい合う面が平行だから、そこのできる辺は平行ってことかな～」

B, C「なるほど！」

B（問1を見て）「っていうことは、平行四辺形はできるのかもしれないなあ～」

A, C「確かに」

B「直角三角形は絶対無理や！二等辺三角形とか正三角形はできるけど、そもそも直角作ろうと思ったら、長方形か正方形になる。」

A「じゃ～平行四辺形はむりなんちゃう？」

B, C「う～ん？」

疑問を持ったままであったが、問2を難くこなし、問3に移る。

B「五面と（切断面が）交われればいいってことだよな～」

実際にかく。

A「向かい合う辺は平行じゃないとダメやで！」

B, C「そっか！」

かき直す。

A, B, C「これでできた！」

という感じの活動がなされていました。このグループでは、結局、切り口の形としてできない図形に平行四辺形を入れてしまっていたのですが、それ以外の問いには正解していました。

11. クロストーク

クロストークでは、グループごとに発表を行いました。問1では、平行四辺形を切り口の形としてできるかできないかについて意見が分かれました。問2についてはすべてのグループが正解にたどり着いていました（授業前からほとんどの生徒ができていました）。問3については、一部のグループで有り得ない五角形をかいていましたが、他のグループの発表を聞いて、間違いに気づいていました。

12. 一人に戻って

クロストークが終わると、一人に戻ってメインの課題に再び挑戦します。特に、問3の五角形の作図については、まったくできていなかった生徒や有り得ない五角形をかいていた生徒も正確に作図することができていました。また、問1については、1つ1つの図形を実際にかいてみて、切り口の形を考察していました。

13. 次の課題へ

最後に、次の3つの課題を生徒に問いかけ、授業を終えました。

- 切り口の形が平行四辺形となる場合はどんな場合か？
- なぜ正五角形はできないのか？
- なぜ、立方体の向かい合う面に現れる、切り口の多角形の辺は平行であるのか？

14. 今後

アクティブラーニングの授業としては以上ですが、更なる課題を与えることで生徒一人ひとりが学んだことを家に持ち帰り、思考を動かさせてくれたのではないかと思います。

次の授業では、GeoGebraというフリーソフトを用いて、切断面の動く様子などを見せながら、3つの課題の問いを考えてもらいました。特に、3つ目の「なぜ、立方体の向かい合う面に現れる、切り口の多角形の辺は平行であるのか？」という問いについては、「向かい合う面→平行な面→平行な面にある直線は交わらない→交わらない2直線は平行かねじれの位置にある→切断面という同一平面上にあるので平行」という流れで、生徒が説明できるようになりました。

参考：GeoGebra <https://www.geogebra.org/>
参考文献：飯窪真也・齊藤萌木・白水始『知識構成型ジグソー法による数学授業』
東京：明治図書（2017）

略歴

榎本 和敏

えのもと かずとし

大阪市生まれ。
京都大学理学部数理学系を卒業。
現在、清風学園数学科教諭。
趣味はランニング。



指導力・授業力をアップさせ、授業スタイルの幅を広げてみませんか？

「これまでの高校数学の授業のよさ」と
「これからの高校数学に必要なこと」をまとめた1冊



授業力をみがく —高校数学編—

256頁 定価3,850円(本体3,500円)

point
1

授業の組み立て方や考え方をQ&A方式で解説

point
2

高校数学の内容について生徒がもつ疑問を中心に解説

シチュエーションによって使い分けられる2部構成

第1部 授業の組み立て方

- 授業前、授業中、授業の後といったさまざまなシチュエーション(25項目)で授業を組み立てるための考え方やコツを解説。
- 実際に起こりうる場面を、経験の浅い先生と経験豊富な先生の会話で再現。「自分だったらどうするか」を考えながら読み進めていくことができる展開。

第2部 数学の内容の指導について

- 生徒がつまずきやすい内容、生徒に理解・定着させにくい内容を中心に50項目の内容で構成。
- 導入から応用まで、どこにポイントをおいて指導するかなど、指導者側の視点にたった内容解説。

著者からのメッセージ

「授業を通して日本の教育を、そして日本の未来を変えてみませんか？」



著者 竹内 英人

教師の最大の務めは、「子どもに学ぶ喜びを味わわせ、自ら学び、自ら考える力を育てる」ことです。

本書を通して、そのことを感じ、そして、一人でも多くの子ども達に、みなさんの素敵な授業を通じて、算数・数学の楽しさ、有用性、さらには「学ぶ楽しさ」を伝えていただけることを期待しています。



—— 知が啓く。——
啓林館

<http://www.shinko-keirin.co.jp/>

本社 〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番25号
東京支社 〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号
北海道支社 〒060-0062 札幌市中央区南二条西9丁目1番2号サンケン札幌ビル1階
東海支社 〒460-0002 名古屋市中区丸の内1丁目15番20号ie丸の内ビルディング1階
広島支社 〒732-0052 広島市東区光町1丁目7番11号広島CDビル5階
九州支社 〒810-0022 福岡市中央区薬院1丁目5番6号ハイビルズビル5階

TEL (06) 6779-1531 FAX (06) 6779-5011
TEL (03) 3814-2151 FAX (03) 3814-2159
TEL (011) 271-2022 FAX (011) 271-2023
TEL (052) 231-0125 FAX (052) 231-0055
TEL (082) 261-7246 FAX (082) 261-5400
TEL (092) 725-6677 FAX (092) 725-6680