

令和5年度 徳島県中学校数学教育研究大会 (2023/10/27)

算数・数学の授業における効果的なICT活用について

愛知教育大学 数学教育講座

飯島康之

yijima@aecc.aichi-edu.ac.jp

0. 「この資料」について

- 今日午前中の公開授業なども反映できればと思っていますので、紙面として印刷・配布しているものと、当日スクリーンに写すものと若干変わっていると思います。
- 当日使うであろうGCのデータに関しては、下記をたどっていただけるとアクセスできると思います。
 - Googleにて「飯島研究室」を検索
 - 「愛知教育大学 飯島研究室」にアクセス
 - おそらくトップにあるはずの「2023/10/27 徳島にて」にアクセス

0.1 自己紹介

- 1978- 筑波大学自然学類・数学
- 1982- 博士課程・教育学(数学教育学)
- 1987-89：上越教育大学助手
- 1989-：愛知教育大学助手...教授(現在)
 - 2016-18：附属高等学校校長兼任
- 動的幾何ソフト GCの開発等 (1989-)
 - 全国のいろいろな先生方と共同研究を続けてきた。
 - 数学でのソフトの利用や，インターネット利用に関して
- 2021 →の本を刊行



「ちょっと強め」のモノ言いかも

- 今週、愛知教育大学は後期の授業が始まりました。
- 彼らが「世間のことをあまりに知らない」ことが多いのです。
- また、彼らへの期待も多いのです。
- で、ついつい、「強め」のメッセージを語ります。
- なんとなく、その勢いが残っているかも

追加/「危機感」ありますか？

- 2016年に附属高校の校長になって
 - 学校教育特に高校は「近代化」の産物だと実感し(工業化社会)
 - 時代に合わなくなっていることがとても多いと感じました。
 - 教育実習生に聞きました。「産業革命って知ってる」
 - ...今は違うの？
- 2016年の入学式にて
 - (2013年に) 10年後には仕事が半分になると言われています。…
- 80万人
 - なんの数字でしょう
- 「今」何を感じますか？
 - 子どもが働く未来から逆算しましょう

追加/危機感(2)

教育が「違う方向」に持っていかれないようにするために

- 「タブレット・WiFi・クラウド」が実現しているのは、
- 「社会人にとって、学び続けることができる環境」です。

- 同時に、「これまでの学校教育への不満」などから
「教育を今までとはかなり違う形で実現してしまうことも可能」
なインフラです。

- 「教育の専門家」(みなさん)からみて、「おかしい方向に変えられかねない危機感」持っていますか？

追加/危機感(3)

- 附属高校で、「昭和スタイルの仕事の仕方」を変えられない現実を強く実感しました。
 - 紙・電話・faxを中心とする文化はそう簡単に変えられません。
 - 「予算」は減らされる一方です。
 - 公立高校では、年度末には「プリント用の紙」の使用制限までかかるそうです。
- 一方「よき伝統」は授業研究を中心に弱体化の一途で、「若手の弱体化」は全国共通ではないでしょうか。
- さらに今後の教育「業界」はかなり厳しいですよね。(少子化)
 - それを改善するためのインフラは、ICTしかないと思いませんか？
 - 定着するには10年はかかるでしょう。
 - 今まで「放置」されてきたのだから。

追加(4)/コロナ禍は変化を加速している

- zoomをはじめとして，コロナ禍での加速を実感したと思います。
- それ以上に，AIの成長がとても加速されました。
- chatGPTの登場などは，さらなる加速が実現し，ハリウッドではストライキも生まれました。(この結びつき，認識しているでしょうか)
- シンギュラリティは早まったなどと言われています。
- 労働力不足の日本にとって，これはかなりの朗報です。

- 「そういう文脈での未来」が，目の前の子どもが働く社会です。

とはいえ「そんなに変わるはずはない」

- 小学校から九九がなくなるはずはないですし。
- 中学校から文字や連立方程式がなくなるはずはないですし。
- 図形もなくなることもないでしょう。
- 数学の魅力は、「考えること」であって、「道具を使うことではない」です。
- 「ちゃんと数学の授業をすればいい」
- でも、「ちゃんと」って… ということ？

今日の授業に関連して

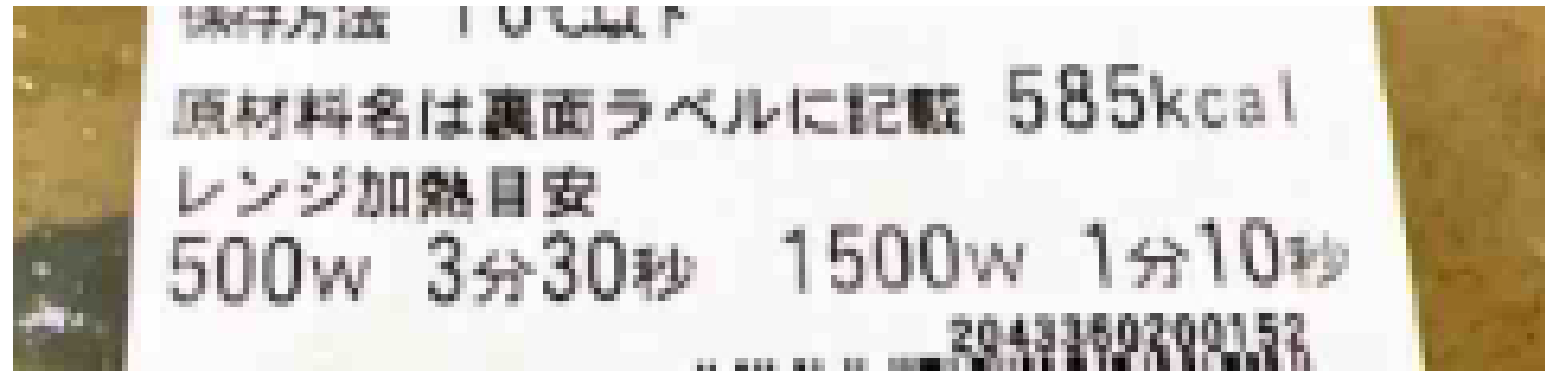
- 「授業」のことを語るのは、むずかしいです。
- 生徒のことも、先生のこと、普段の授業のことも、....いろいろあってこそその「授業」なので、簡単には言えません。
- 特に「身近な方」は言えません。
- 校長のとき、身近な先生にはなかなか言えませんでした。
 - 「その方にとってのプラス」を意識し、フォローしながらでないときませんから。
- でも、私は「授業研究」が好きなので、フォローは他の講師の方々のフォローを期待して...いくつか

どの授業においてもいろいろな「いい点」



- 先生と生徒の信頼感と授業の規範の確立を感じる。
- 「教えたいこと」が明確。
- 板書・タブレット(共有・ツール)・プロジェクタ等
- そもそも「ネットが問題なく使えている」ことはすごい
- 中1,3は「習得」のプロセスが中2は「活用」が中心かな

「扱っている現実」をもっと生徒に委ねるなら
「当事者意識」を持たせたい



- 周囲の反対を押し切って実現した「ボンカレー」の電子レンジ対応 | ボンカレー公式サイト (boncurry.jp)
- ハウスのレトルトカレー | ハウス食品 (housefoods.jp)

「足がはやいクラス」ってどういうこと？

- 「平均値」じゃあまり差がない
- ↓
- 「平均値」は何を表しているの？
- それでは表せない「どういう状況」を考えたいの？
- そのためには、どういう統計量が適切なの？
- 「どんなレース」だったら、どのクラスが有利？
- 大まかな傾向を「ささっ」と知るには何がいい？
- 詳しく精確に検討するにはどんなことができる？

数学からみたら「変な関数」だけど

- 「鉄道の料金」など、いろいろな価格はどんな関数が適しているだろう。
- 比例よりは一次関数
- 長距離の方がお得なのが普通
- 「文字通りの一次関数」では不便
- 特に硬貨を使うなら、100円刻みくらいの方が現実的
- プリペイドだと円単位で、硬貨だと10円単位

- 消費者の観点からの「節約」
- 事業者の観点からの「利益の最大化」

こんなことを感じる

- 「もっと追究したい」生徒は、「尾を引く」べき
 - その続きは、ネットなどいろいろなところ
にいろいろなものがある
- 授業の中では、「主役感」をもてる生徒
の数を増やしたい。
- 「関連して」みんなの学びを広げたい。
- 授業の中で、「表情が変わる」場面や
「生徒の顔が近づく」場面や、手を動か
したくなる場面を増やしたい。



0.2 夏休みの研修での空気感

- 複数の研修に関わりましたが，こんな空気感多かったです。
 - コロナ大変だったけど，もう5類になって，「普通の生活が戻った」
 - 大変だったときの緊急的な道具として，協働学習の仕掛けとして，タブレット使ったけど，もう普通に戻れるから，いらないんじゃない。
 - (「配布されたけど，使っていない」空気感は，高校はかなり強いです。)
- 無理もないですね。
 - 学習指導要領も，教科書も変わっていない。
 - 「指導の個別化」を強力に支援するシステムは実質的にはまだない。
 - 「学びの個性化」は，簡単ではない(何をしたらいいかもよくわからない)。
 - ソフト，クラウドの整備等は自治体によって温度差がある，…
 - オンライン授業はやる必要がないし，やれと言われても無理。

0.3 でも, GIGAは…

- GIGAスクール構想(以下, GIGAと略す)はコロナ対策ではなく, 事前に計画されていたことの前倒しです。
- 「継続」されていくことが決まっています。
- 実際, GIGAによって, それまでのICT整備状況から, 「全国の最低水準が, 格段に変わりました」。
- 「このインフラでできること」がやっと出発しはじめたと言えるわけです。
- いわば, 「まだ夜明け前」なのです。

0.4 GIGAでの基本的なねらい

- 少なくとも、次のことに対して、何らかのことができるように、教育委員会等は準備をしてきたと思います。
 - 学びの個別最適化
 - 協働学習
 - 学びの保障(オンライン授業等を含む)
- これらについて、「何ができたか」や「今後継続できること」「今後改善すべきこと」は、ICT活用を再検討する上での一つの出発点だと思います。
- 今後、いろいろな仕組みが本格化していく中で、「さらに進めたい目標」を明確にしながら着実に進めていくことが適切。

0.5 着眼点(1) 「未来からの逆算」

- これまで、30年くらい(これは私が赴任してからずっとという意味でもある)、教育はあまり大きな変化はしてこなかったのではないかとというのが私の印象ですが、いかがでしょう。
 - 世の中は劇的に変化してきたのに。
 - 特に高校では、「大学入試にはコンピュータは使えないから、授業でコンピュータなんか使わない」と、ずっといわれ続けてきたように思います。
- 最近、話題になった数値として、「80万人」という数字がありますが、「どんな数字」で、それは「どういうことを意味するか」想像できますか？
 - ここはぜひ、質問してみましよう。
 - 「子ども」は「未来の社会人」であり、そこからの逆算で教育を考えることも不可欠なのです。

0.5' 「これからの子ども」が迎えるはずの社会は？

0.6 着眼点(2)これまでの実践の中で「やりたかったのにできなかった」ことは？

- みなさんが、これまでの教育実践の中で、「やりたかったのにできなかったこと」は何でしょう。
- その中で、ICT等を使うことで、「可能」になっていくこともありえます。
- 教育の専門家として、みなさんが「改善の必要性」を感じていたことなら、きっと「成功の見込み」が大きいです。

0.6' たとえは

0.7 着眼点(3)あまりに昭和的な仕事の仕方ばかりで…ということはありませんでしたか？

- 私は2016年から3年間、附属高校校長を兼任しました。
 - 働き方改革のために、教頭先生がいろいろな提案をしてくれたけど、結局予算不足で何もできない。
 - 「竹槍で戦争しろ」といわれている気分になつたことか。
 - コロナ対策で、そういう景色はいろいろなところがありました。
 - そして、「既存のルール」にしばられて、すべきことが円滑に実現できないことも、かなり拝見してきました。
- 「WiFi」「クラウド」「一人一台端末」等のインフラが整備されたことで、「その気になって、それなりの予算等があれば、(時間や労力をそこまで浪費しなくても)実現可能なこと」がかなり大きくなったのはたしかなのです。

0.7' 段階的に、いろいろなルールも見直さないといけないので、簡単ではないけれど。

0.8 長い変革の出発点が「今」

- すぐに劇的に変えることなどできません。
- でも、20年くらい後から見たら、まちがいなく、コロナは「変化のための出発点」のはずなのです。
- そこで重要なのは、「新しい道具で、どんなことを感じたか」「次にどういうことをしてみたいのか」「特に目の前の子どもがいきいきとするためには、どんなことが効果的だろうか」などの模索をしてみたり、提案をしてみたりすることだと思います。

1. 「今すぐにはない」 けれど

1.1 「標準的コンテンツ」が整備された (デジタル)教科書

- これまでも、教師用デジタル教科書はありました。
 - 掛け図の発展のようなものとして定着してきました。
 - R7年度、どの教科もバージョンアップするはずです。
- 紙の教科書も、QRコード等で、基本的なコンテンツ等へのリンクがあり、タブレットを活用するように変わります。
 - 生徒用デジタル教科書はまた違った工夫を提供してくれるでしょう。
- 「紙だけでも、今までとおりのことはできる」はずなので、「劇的な変化」ではないかもしれません。

1.2 「習熟」をサポートする仕組み

- 去年夏、ある先生のことば。「もう紙のワークには戻りたくない」
 - 「紙のワーク」は、朝提出させると、夕方までに確認して判を押さないといけないのが、時間的にとても大変だった。
- きっと、「学びの様子」を先生は随時観察して、生徒を支援できるようになる。(学びの履歴)
- 誤答分析等をして、適切な補充問題も出してくれるかもしれない。
- わかりにくいことに関して、解説動画等を提供してくれるかもしれない。
- そもそも、そういうノウハウは、塾や予備校的なところではかなり蓄積されているはずで、それらがシステムとして提供される日も遠くないかもしれない。
- 「自治体」によって差が出ているのが「今」

1.3 そしたら先生はいらなくなる?

- ところで要らないなるような先生は、きっと「今でも要らない先生」ですよ。(苦笑)
 - 「そんなに簡単にわかってくれるわけではない生徒もいる」「気持ちのサポートが必要な生徒もいる」「日々声かけをし、生のやりとりをするからこそ、明日も学校に行きたいと思ってくれる子もいる」… など、「人間の先生だからできること」はたくさんあるはず。
- AIでもできるようなことは、それらにまかせてしまうことで、違うことに力を発揮できるようになるはず。
- 特に算数・数学は「そういう学びで点数がとれるようになれば十分」と思っている社会人は多いかもしれないけど、「違うところに数学の授業の魅力はあるはず」とお考えであれば、「授業改革」に力点をおけるチャンスになるかもしれない。

2. 「個別最適な学び」に関連して

- 個別最適な学びには次の二つの側面があると言われています。
 - 指導の個別化
 - 学びの個性化
- 「指導の個別化」の考え方は分かりやすく、支援システムも想像しやすいと思います。
 - でも、「組織的なコンテンツ作り」を自前でするのは大変。
- 「学びの個性化」は、「自分の個性に合わせて学ぶものを自己調整的に見つけていく」のは簡単ではないし、その支援等も今までノウハウを蓄積できているとは限らない。
 - でも、「表現、判断、思考」等の場面や生徒からのアウトプットを増やしていきながら、それを授業の中で生かしていくために、タブレット等を生かしていくという方法はあるかもしれない。

3. 「これはいい」を共有し，育てよう

- GIGAはなくなりません。
 - だから，今後いろいろなものが開発され，提案され，実現されていくと思います。
- 「教育の専門家」として，「いい」と思えるものを共有し，育てていくべきです。
- また，企画・立案・実行可能な「教育実践の当事者」として，「いい」と思うことを提案し，実行してみることです。
 - 自分の授業という規模もあれば，学年・学校・地域単位の試みもあるでしょう。
 - ネットワークは距離や時間を越えて，いろいろな人々をつなげてくれます。自分だけでは無理なら，「募集」すればいいのです。
 - 「いい試み」だったら，予算などがなくても，かなりのことは実現可能なのです。

3.1 たとえば

- 生徒が、「今日、(学校に来て)よかった」と思えるチャンスが増える使い方
- 「実験・観察・取材」「思考・表現・解釈」「発表・議論」などを広げ、コミュニケーションなどを活性化するための使い方
- 子どもの学びの様子を記録・収集し、授業の中で生かしたり、先生方の支援・指導に生かせるようにする使い方
- 先生方への制約を解放し、より生徒に向かえるようにする使い方
- 「できなかったこと」を「可能にしてくれる」使い方

3.2 リスクマネジメントのアイデアも

- 「孤立化」させない
 - 「一人一台」にはそのリスクがあります。
- 「明日から来たくない」と生徒が思ってしまうような思いをさせない。
 - なにも考えず、みんなの解答を開いたら、一人だけはずかしい思いをしてしまうことなどもあります。
- 監視にならないようにする
 - 同じことをしていても、「見守り」と感じることもあれば、「監視」と感じることもあります。「生徒がどう感じているのか」をモニタリングすることが大切です。

4.2010年のインパクト (GC+iPad)

- 私は1989年から，GCを開発し，いろいろな授業研究をしてきた。
- 2010年のiPadの登場で，大きく変わったことがある。
- 1台のiPadをまわりから覗き込んで話し合いながら探究を進めていく様子だ。
- とても「自然」に感じた。







4.1 ここから読み取ってほしいもの

- 面白い現象が目の前で起こっている
- 体がそこに寄っていく。自然に会話が生まれる。
- 話し合いの中で、「こうしたい」と思ったら、手を伸ばすと実験・観察ができる。それをみて、即座に「あ、そうか」とか「あれ、変だな」が生まれる。
- ことばの他に、図への書き込みや体の動きでの表現が生まれる。
- 集団で話すより、個人で証明をまとめたいと思ったら体を椅子に戻せばいい。
- 紙がいいと思えば紙を、タブレットがいいと思ったらタブレットを「選択して使う」

4.2 「全体」「グループ」「個人」

- 名古屋中では、授業中ずっと4人グループで取り組んでいましたが、机はくっついていてもいつもグループで取り組んでいるとは限りません。個人とグループの切り換えは指示があるときもありますが、かなり生徒に任されています。
- 学級全体としての時間ももちろんあります。
- グループの中での議論は、ある意味「秘密基地」でのやりとりであり、「全体に発表する価値があるもの」は発表させますが、「その中で子どもたちだけが共有している学び」というものもありえます。
- GIGA以降は、タブレットにスクリーンショットやキーボード入力したことばなど、いろいろなものを共有し、またロイロノートでそれを使った学びとして進めていくことも増えました。

4.3 「紙でもいいんじゃないの」と質問したら

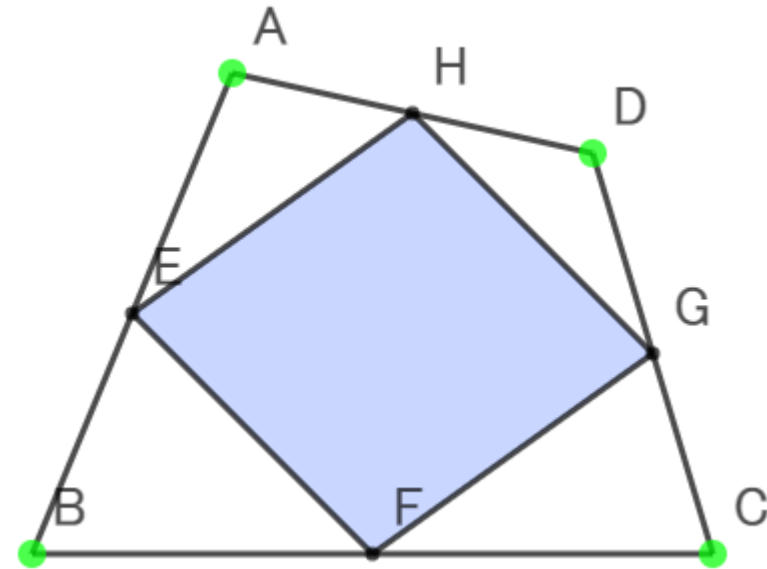
- 名古屋中の先生に、あるとき聞きました。
 - 「コロナ終わったら、紙を使った協働学習に戻した方がやりやすいんじゃないの?」
 - 「それぞれの時間に生徒がどういうことを考えたか」を残すのが、デジタルの方がずっとやりやすいので、もう紙には戻りたくありません。
 - また、生徒がキーボードで入力する速度はとても速くなり、コロナ前と後では生徒が表現するものも変わってきました。

5. GCを使った実践の例

- いくつかの例を用意してはありますが、今日の流れで、それとは違うものを扱うかもしれません。
- 必要に応じて、アドリブで図を作って、みなさんと模擬授業的に考えてみることになるでしょう。

例1 4辺の中点を結んでできる四角形

- もっとも「代表的な事例」ですが、中3相似の単元なので、授業でゆったりと探究することは現実的にはむずかしい事例なのかもしれません。
- みなさんにとっては、「どんな魅力がある」事例でしょう。
- ただ、「授業としての可能性」を考えて、次以降を先に検討してもいいです。

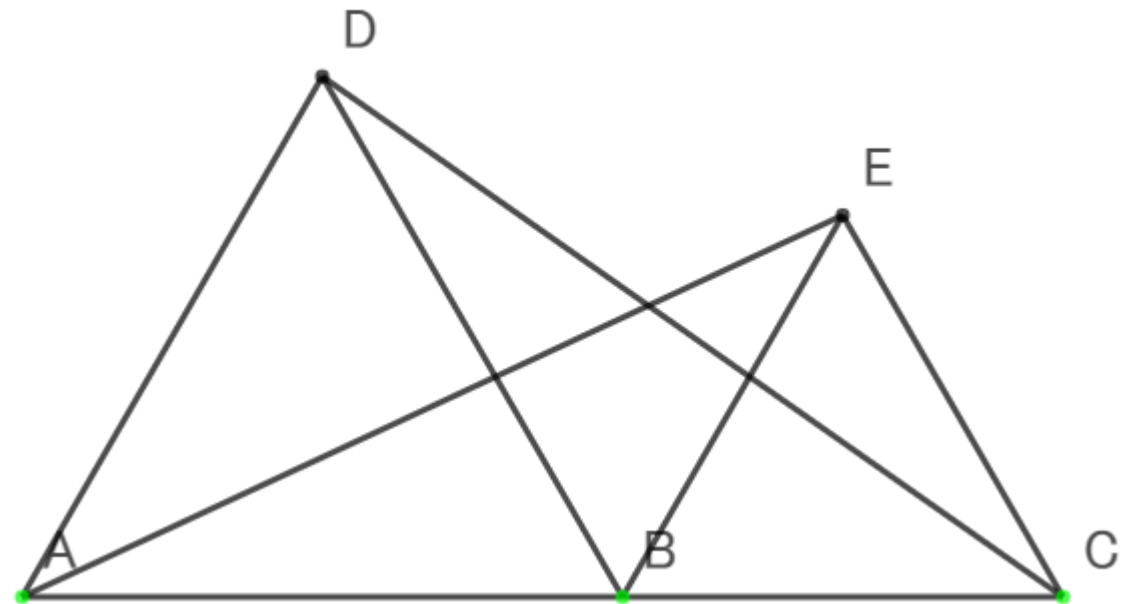


例1などのための「対応表」

□ABCD	□EFGH	スケッチ
正方形		
長方形		
ひし形		
平行四辺形		

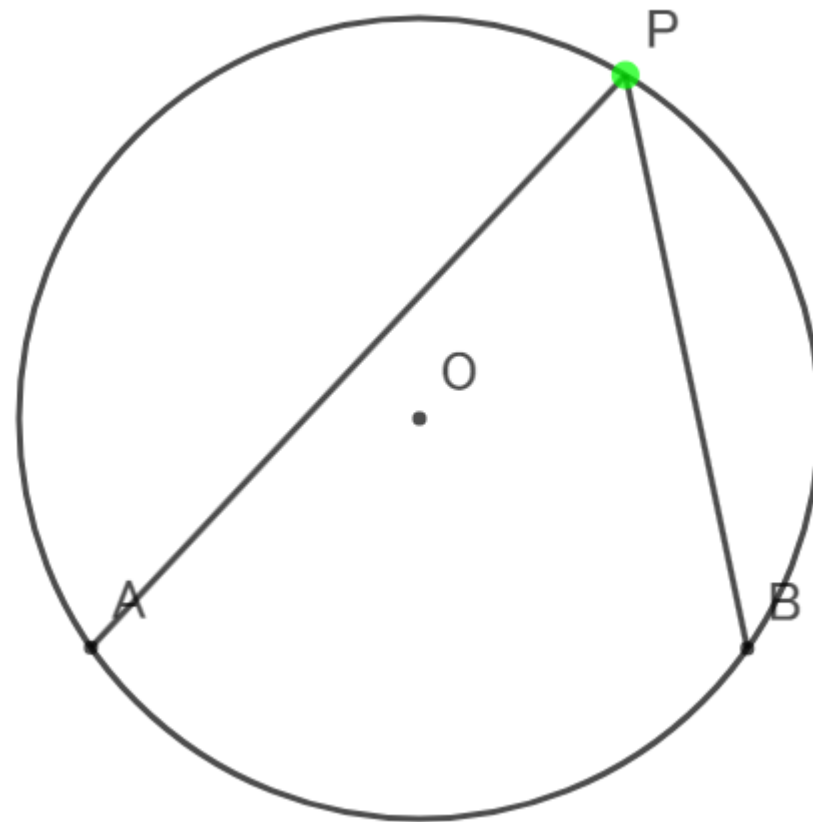
例2 二つの正三角形

- どんな発問で，どんな流れで
取り組みたいですか？
- 「発問の仕方」多様です。
- 「どんな図にするか」も多様
です。
- 関連する問題も多いですね。



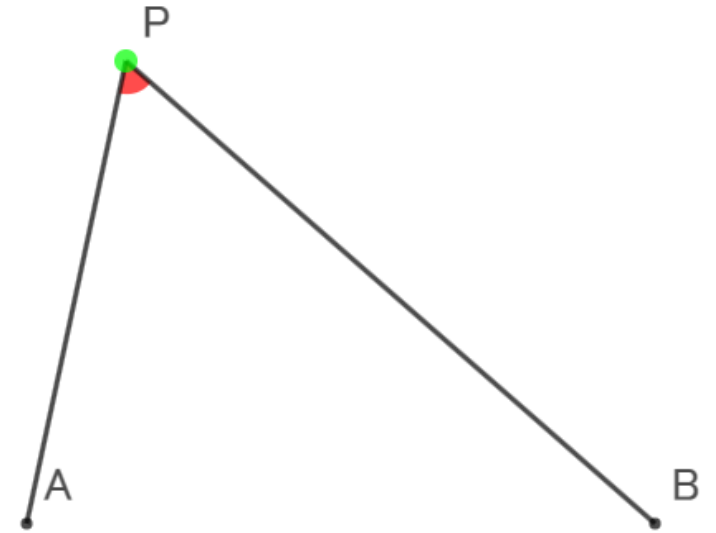
例3 円周角

- ヤマ場をどこにおきたいかで、いろいろ変わりますよね。



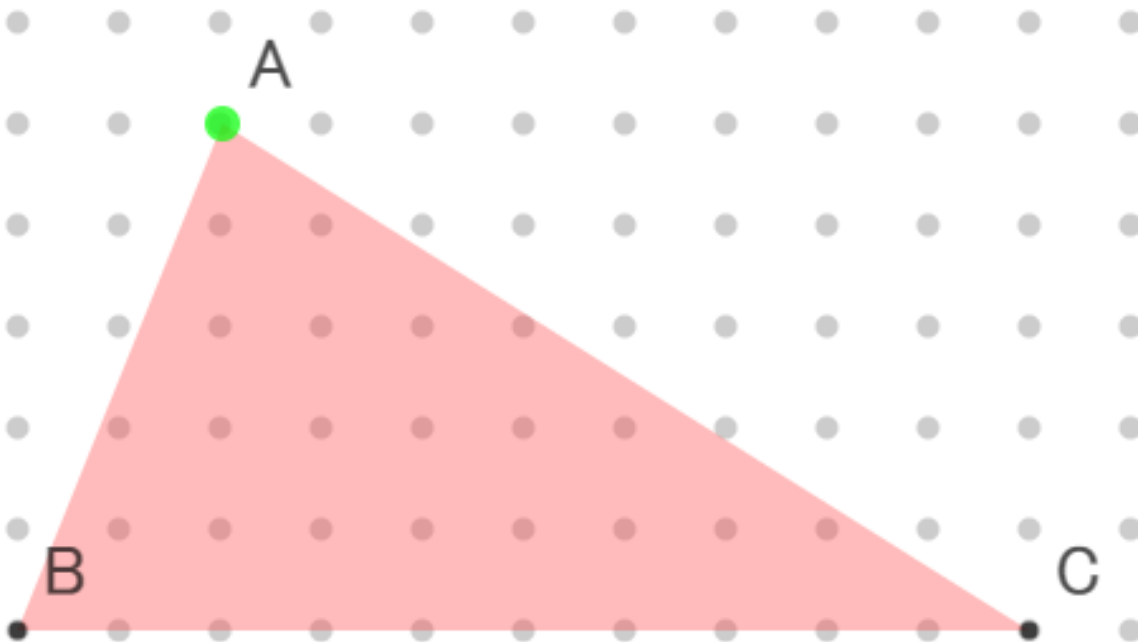
例4 円周角の定理の逆

- 「プロットする」ところにも、いろいろな数学的活動が生まれるきっかけがありますよね。

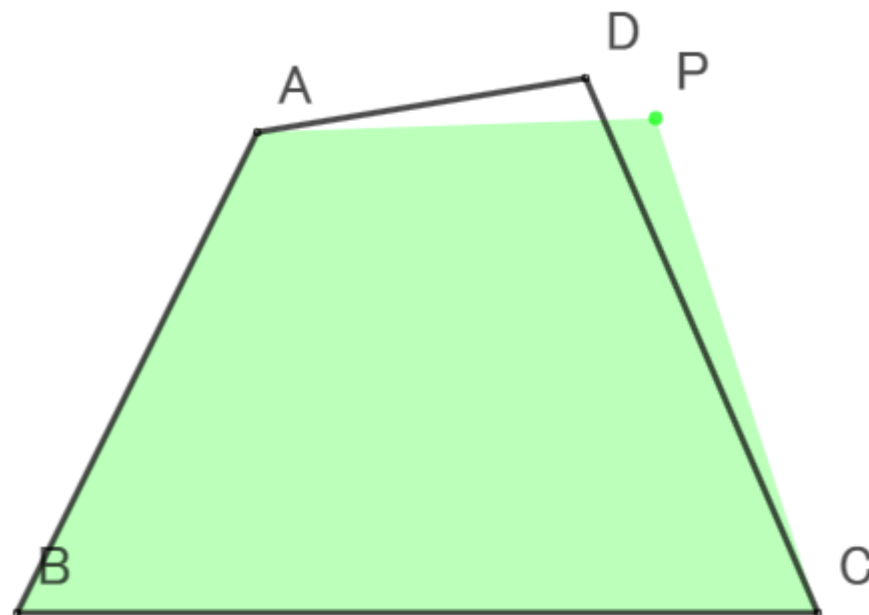


$$\angle APB = 61$$

例5 等積変形(1)

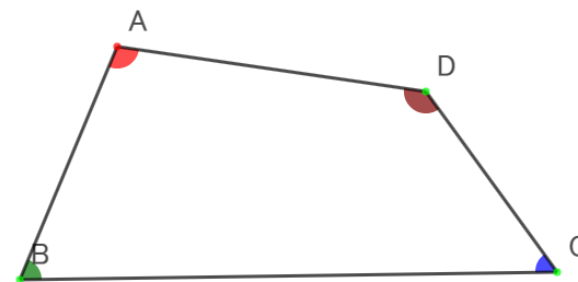
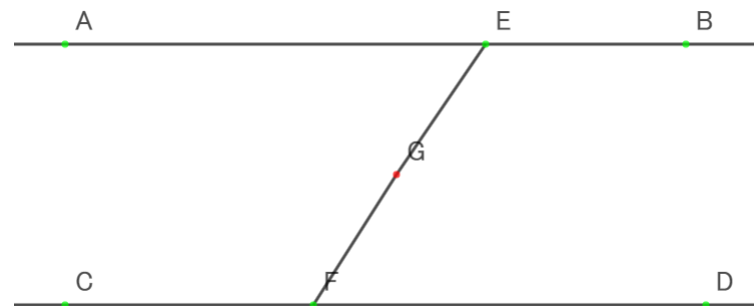


例6 等積変形(2)



例7 少しずつ変えることで違う問題に

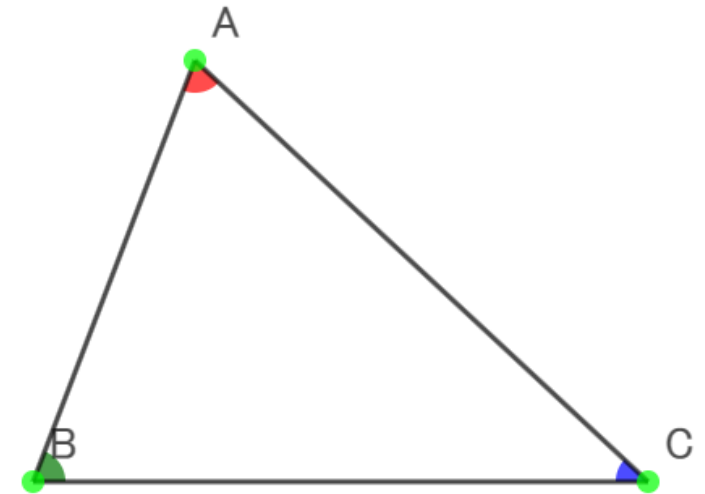
- 元の状況のどこかを段階的に少しずつ変えていくことで、教科書等の「一連の問題」を順番に導き出していくこともできる。
- 一つの「当たり前に見える」関係から、「ちょっと違う関係」に発展させていくこともできる。
- アイデアを一般化していくこともできる。



$\angle DAB=104.40$
 $\angle ABC=66.51$
 $\angle BCD=54.79$
 $\angle CDA=134.30$

例8 アイデアがいる

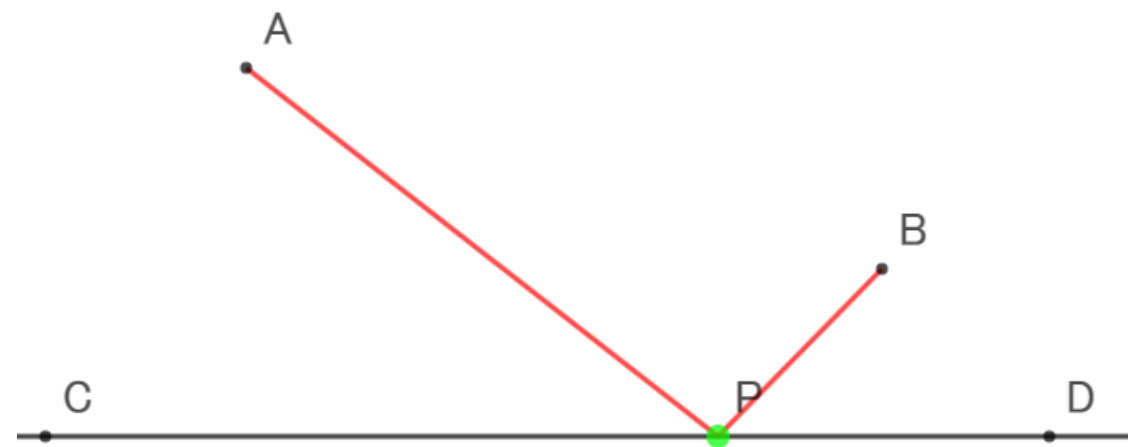
- 扱い方のアイデアが不可欠だと思います。



$$\begin{aligned}\angle CAB &= 68 \\ \angle ABC &= 69 \\ \angle BCA &= 43\end{aligned}$$

例9 最短経路

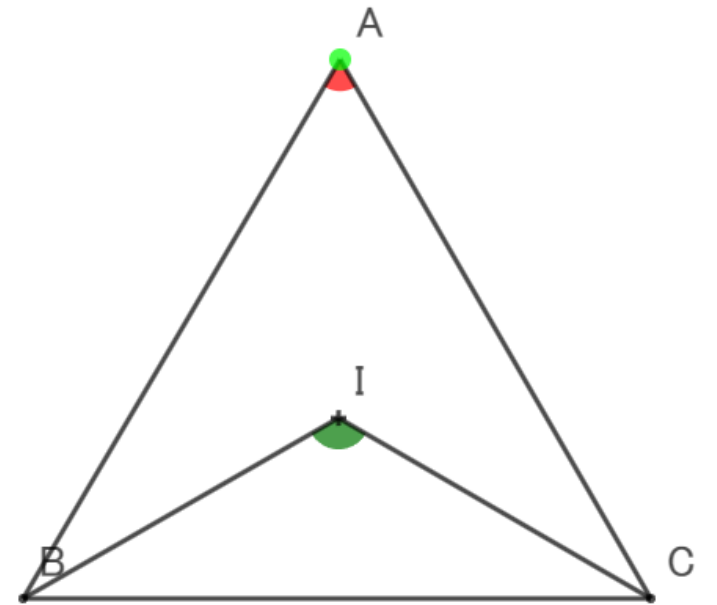
- 授業化が意外にむずかしい例



例10 二つの角の関係

- Iは角の二等分線の交点です。
- $x = \angle BAC$
- $Y = \angle BIC$
- とするとき、 x, y の関係は？

$$\begin{aligned}\angle BAC &= 60 \\ \angle BIC &= 120\end{aligned}$$

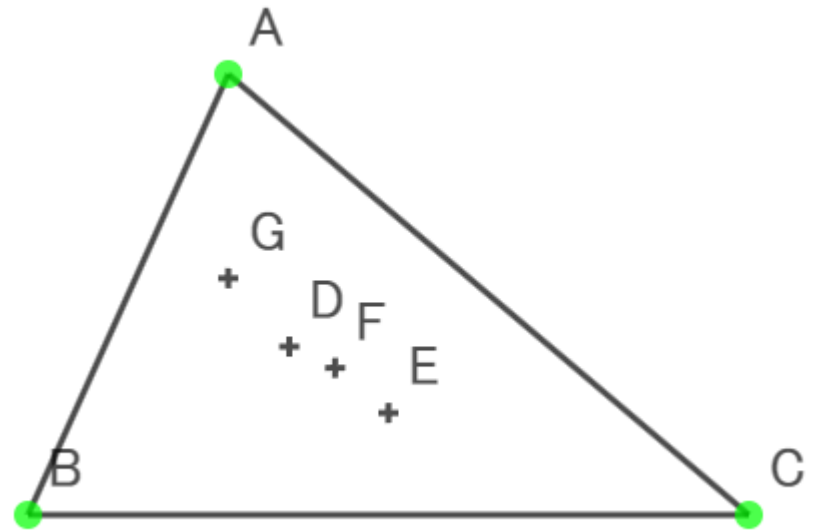


例11 九点円

- 中3の「総合問題」としてちょうどいいように思います。
- 先生方，経験ないでしょうから，「先生方対象にちょうどいい素材」かもしれません。

例12 どれがどれ?

- 高校での出前授業でよく扱う素材です。
- 附属岡崎中1年で扱ったこともあります。(証明なしで観察や推測だけでもいろいろなことができました。)
- この内容の発展まできちんと証明したいと思うと、高校数Aの発展内容になります。名古屋中で扱いたいという先生が取り組んだときは、数時間の構成が必要でした。



例13 フリーハンドを使った方がいい例

- フリーハンドのスキルをテストします。
 - $\triangle ABC$ をかきます。
 - ABを直径とする円をかきます。
 - BCを直径とする円をかきます。
 - CAを直径とする円をかきます。
- 先生が、独断と偏見でそれぞれ採点します。(採点する)
- さて、「独断と偏見」の採点基準は何でしょう。

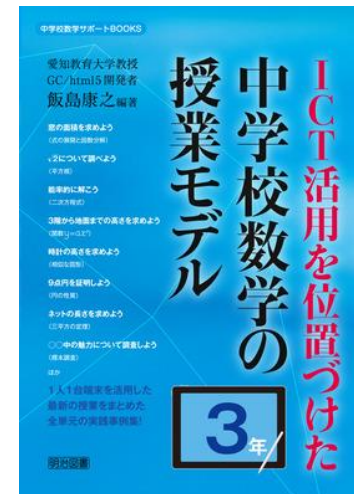
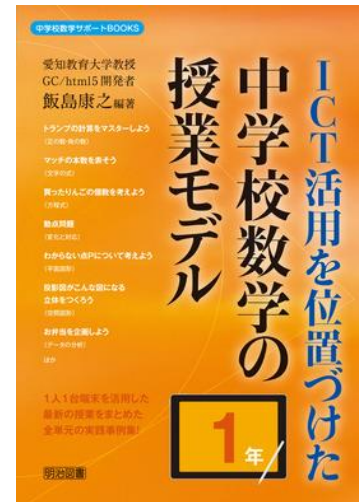
例(アドリブ追加用)

6. 今後に向けて

- インフラはできても、具体的にすべきこと、できることがわからないのが現実なのかもしれません。
- でも、GIGA前と比較して、そのインフラは飛躍的に変わったことはたしかで、それによって可能になることは、これから時間とともに大きく増えていくはずですよ。
- 「受け身的に待つ」のも一つの方法かもしれませんが、「変えたいと思うこと、やってみたいと思うこと」を具現化してくれたり、「つながりたい人とつながってやりたいことを形にする」手応えをぜひつかまえてください。
- その一つひとつの積み重ねが、未来をつくっていくと思います。

A1. よかったら，ぜひ。

- 飯島 ICTで変わる数学的探究
 - GCに関連する教材研究授業研究等を中心に
- 飯島編 ICT活用を位置づけた中学校数学の授業モデル 1-3
 - 愛知教育大学附属名古屋中学校数学科での取り組みから



A2.GCは

- 今でも，啓林館の教師用デジタル教科書では使われています。
- R7では，QRコンテンツとして，教科書のQRコードに対応して使える図が収録されていきます。
- 「愛知教育大学 飯島研究室」に，いろいろなリソースがあります。
- 「オンライン保存」も「共有」のところで自由に使えます。
- たくさん作りたいたいなら，ご連絡ください。先生方それぞれのオンライン保存領域を提供します。
- より高機能を望まれる方は，GeoGebra等を使われるのもいいでしょう。

A3.GC以外にもいろいろなものが

- webブラウザでアクセスするだけで、数学ソフトは豊富なものがあります。
 - 関数のグラフ：Grapes (友田先生)
 - GeoGebra：幾何を中心とした統合ソフト
 - Wolfram Alpha： π を1万桁表示など、高性能電卓のような感覚で
 - eStat：統計処理 (<http://estat.me>)
 - プログラミング
 - Scratch, Google Coraboratory, …
- 「飯島研究室」にも、いろいろなものがあります。
 - しきつめ君, 簡単な数学実験