

2023/2/1 大田区数学教育教研部会
大田区立東蒲中学校にて

生徒の主体性、問題解決能力を育む指導の工夫
～生徒用タブレットの効果的な活用を通して～

愛知教育大学 数学教育講座

飯島康之

yijima@aecc.aichi-edu.ac.jp

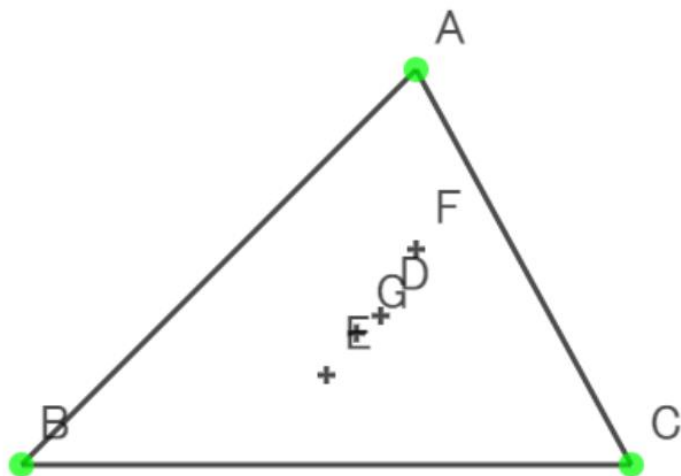
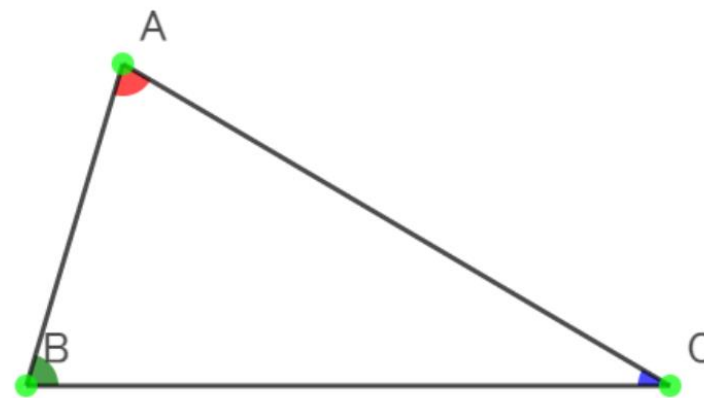
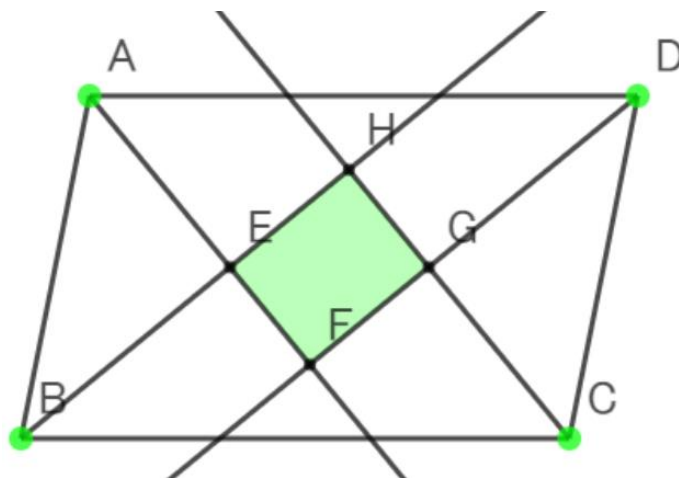
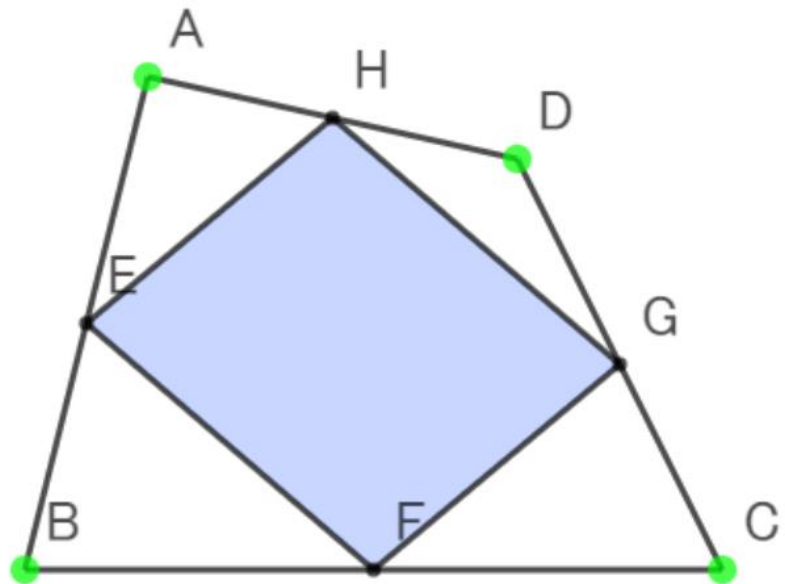
- この資料は、ある意味で暫定的なものであり、当日の講演に際しては追加・修正をしている可能性もあります。
- 今日使ったGCのデータは下記にあります。
- <http://yiijima.sakura.ne.jp/GCs/2023-ota-city/>
- なお、飯島研究室のトップページでの今日の講演へのリンクからもいけると思います。
 - 「検索」→「飯島研究室」→「愛知教育大学数学 飯島研究室」

0.1 自己紹介

- 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



0.2 GCでのいくつかの代表的な図



$\angle CAB=76$
 $\angle ABC=73$
 $\angle BCA=30$

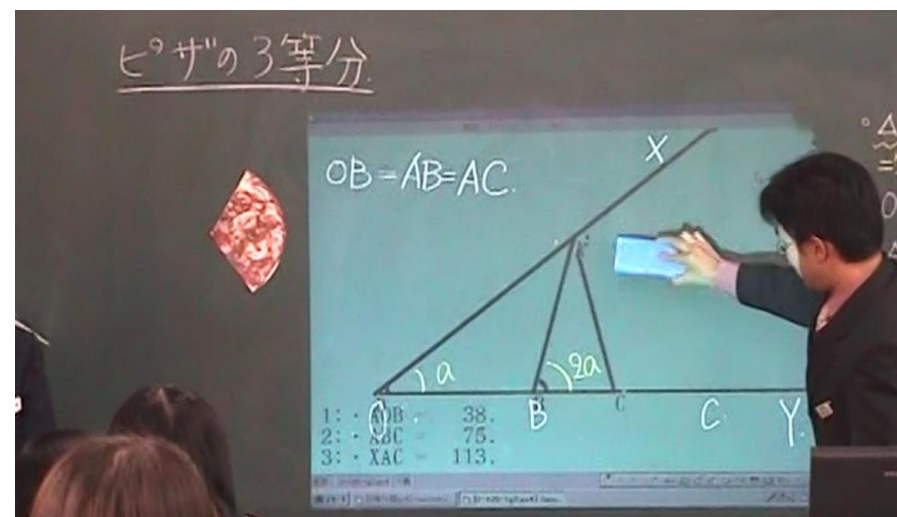
(1) 1990年代 / コンピュータ室

- 「コンピュータ室」で、「2人1台」くらいの環境で、「2時間続き」のような形で、GCを使ってじっくり問題に取り組むというようなことを経験しました。
- 「図形を動かすことで、何が変わるのか」を初めて体験するという感じです。



(2) 2000- / プロジェクトタ

- 文科省の「教育の情報化」
- デジタル教科書関連
- 「普通教室で一つの大画面」
- とくに「黒板に投影」
- 問題提示や議論は大画面
- 探究は「紙」で。



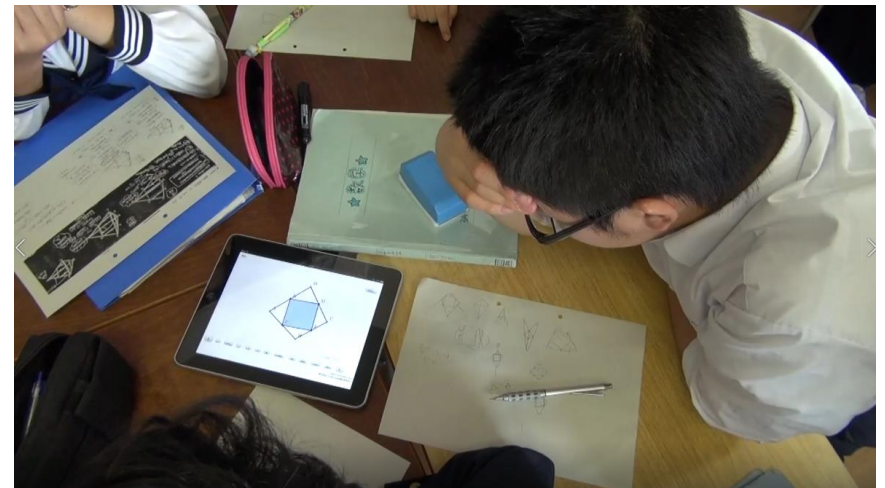
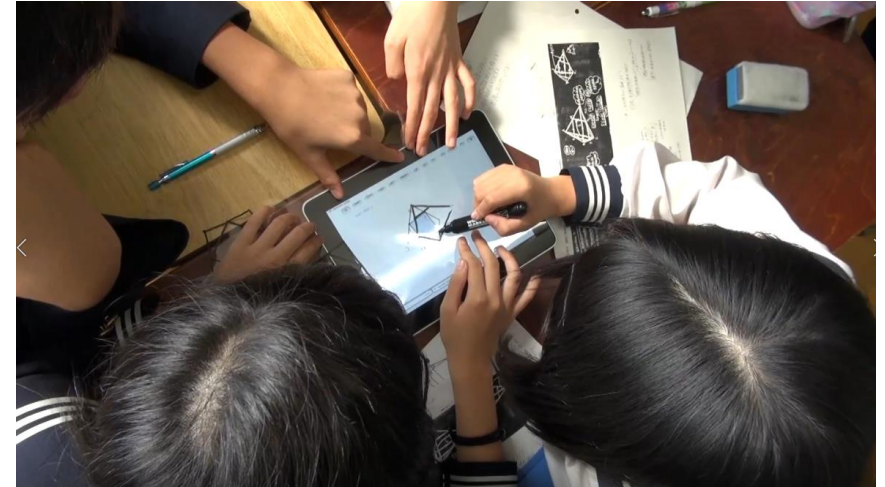
(3)2005- ネットブック

- 「コンピュータ室」と同等のことを,普通教室でも,生徒にさせたい。
- 5万くらいの「ネットブック」で実現
- 性能はしょぼいけど, ネット接続可能
- 「4人1組」で, 普通教室でもワイワイできる。



(4)2010- iPadを4人1台

- 2010年に,iPad登場
- 「iPadでGC使いたい」という要望
- 「かなえるから,授業をしてね」
- 4人1台での「学び合い」がとてもいい。
- iPadで「実験」
- 観察したいと「頭が寄る」「手が動く」
- 証明などをしたときには,自分のエリアに戻って紙で活動



(5) 2020- コロナ禍

- 1人1台(GIGA)
- 距離ある「学び合い」
- ロイロでの協働学習
- Google Classroomで教材配布
- 非常時には, オンライン授業(zoom)
- 前は「学校だけの学び合い」だったものが, 帰宅後もオンラインで生徒がつながっている様子なども生まれているらしい



0.2 附属名古屋中で取り組んできたこと

- 2022/10
- これまで、愛知教育大学附属名古屋中学校の先生方と取り組んできたさまざまな実践を、まとめました。



0.3 「GIGA」

- 地域によって，学校によって，対応状況はかなり違う。
- 愛知県の中でも，市町村によってかなり違う。
- 足立区では，GIGA前との景色はかなり変わり，力が入っていた。
- 「状況に合わせて」語るべきことはきっと変わってくる。
- 一般論をあまり詳しく述べても意味がないかもしれないが…
- 私は，「大きな変動の10年」の「はじまり」として捉えるべきと思います。

0.4 GIGAで実現されるべきことの出発点

- 学びの個別最適化（それをどう解釈し，実践するかはさまざま）
 - 協働学習
 - 非常時に，オンライン授業（その必要性はかなり減っているかもしれないが）
-
- でも，本質は，21世紀的な教育に切り換えていくためのインフラ整備だと，私は思います。
 - society 5.0，産業革命等に伴う教育の変革

1. 「今」大切なこと/リスクマネジメント

- 「大過なく」というと後ろ向きに聞こえますが、
- 「設計時には想定していなかった、大きな失敗」が生まれてしまわないように、しっかり観察し、対処することを個人、学年、学校で取り組むこと。
 - それは普段の教育実践でも同じ
- 特に、「ICT利用の停滞状況」から、「一気に一人一台」に変わることは、さまざまな潜在的リスクがあります。
 - かといって、「変わらない」という選択肢はありません。
- 重要なのは、「致命的なリスクの発生」に対するマネジメントです。

1.1 「特定の子」に「想定外の事態発生」…

- 「みんなの画面を一斉に提示」したとき、もし一人の子だけで間違っていたら…
 - もちろん、なんともなく過ごせていける可能性もあります。
 - そこが恥ずかしい体験になってしまって、明日からいけなくなってしまう、というような可能性もあります。
- 設計する側は、「そんなことは想定していません」し、「仕様が間違っている」わけでもありません。

1.2 「学びの孤立化」を避けたい

- 私たちは、「教室の一台」に続いて「4人1台のタブレット」を中心とした学びに取り組んできました。
- 「1人1台」も試しましたが、「学びが孤立化し、言語活動が活性化しない」ことや、「自分だけが取り残されているのではないかという不安感」を感じてきました。
- 「1人1台」が適している学びもあります。
- でも、「学びの孤立化」というリスクは避けるべきと感じます。
 - もちろん、「これからはそういう学びでよいのだ」という考え方もありうると思います。「独学ができること」は大人の学びにとっては不可欠です。しかし、学校教育は「孤立化」は避けるべきと思います。

1.3 全くの受け身的な学びは避けたい

- ICTは、「教え込むための環境」や「監視のための環境」をつくるために使うこともできます。
- きっと、そういう作り方の方が簡単です。
 - 実際、昭和・平成では、「受験のため」を意識すると、そういう学び方・教え方が強化されてきたのではないのでしょうか。
- 標準的な知識・スキルを、効率的に「個別最適化」された学びで学んでいける環境をつくることは、きっと大切です。
- しかし、society 5.0時代の学びはそれだけを指向するものではないと思います。

1.3' 最近の学生に感じること

- 私の周りの学生は、高校生まで、「先生方が求める学びに忠実に取り組んできた学生」が多いです。「叱られないように、一所懸命に、学ぶべきことを吸収してきた学生」が多いです。「言われたことをすることならできます」という学生が多いです。
- 彼らは、「勉強は苦行」だと思っています。
- 「おもしろいこと」と言っても、「???」だったり、「好きなことに取り組んでいい」というと、困ったり。
- でも、「人生100年時代」において、「学びは一生を豊かにするもの」であるためには、「おもしろさ(知的好奇心)」や「主体性」は不可欠なものではないでしょうか。

1.4 数学とはきまりきったパターンに当てはめるもの

- 特に，代数的分野を中心に，そういう特徴があることは否定しません。
- そういう学び方があることも否定しません。
- でも，数学って，きっともっと生き生きとしたもので，感性に関わるもので，おもしろい存在で魅力的なものではないでしょうか。

2. いくつかの突破口

2.1 言語活動

- 数学の魅力を「思考」と考えるなら，「思考そのもの」を授業の中心部に据えていくことが大切です。
- それを表現する手段はさまざまです。
 - ことば，式，グラフ，表，図
- その中の中核は，「ことば」であり，「書き言葉」「話し言葉」です。
- 授業の中で使われている言葉をきちんと聞き，記録してみると，実はかなり言葉がよい加減に扱われていたり，一方向的な使われていることが多いのです。

2.2 モヤモヤとスッキリ

- 数学の一つの醍醐味は、問題を解決したときの「スッキリ感」です。
 - 「新しい解き方のパターンを教え、それが使えるように訓練する」のも一つのアプローチかもしれません。
- でも、「問題解決」のプロセスを実感していく上では、最初の問題状況を実感し、「モヤモヤ感」を共有し、何が問題かをはっきりさせながら、戦略を練ったり、新しい概念を生み出したりしながら、最初の問題を解決し、「スッキリ」していく。
- そのプロセスを共有していく上で、「言語」はとても有効です。

2.3 多様性

- 数学というと、画一的な印象があります。
- でも、「わかる」「わからない」以上に、さまざまな多様性が存在しているのが普通です。あるいは、多様性が存在しうるように工夫することも可能です。
- その多様性こそ、「言語活動」をしたくなる原動力の一つです。

2.4 貢献感・自己有用感/コミュニティとの関わり

- 「自分/他者が発言したこと」で，グループでの対話，学級としての問題解決，あるいは授業そのものが進んでいく。
- 「自分たちが何もしなければ，進まない」
- 「何を発言するかで，授業は変わっていく」
- 「授業をつくっていくのは自分たち」
- …

2.5 対話

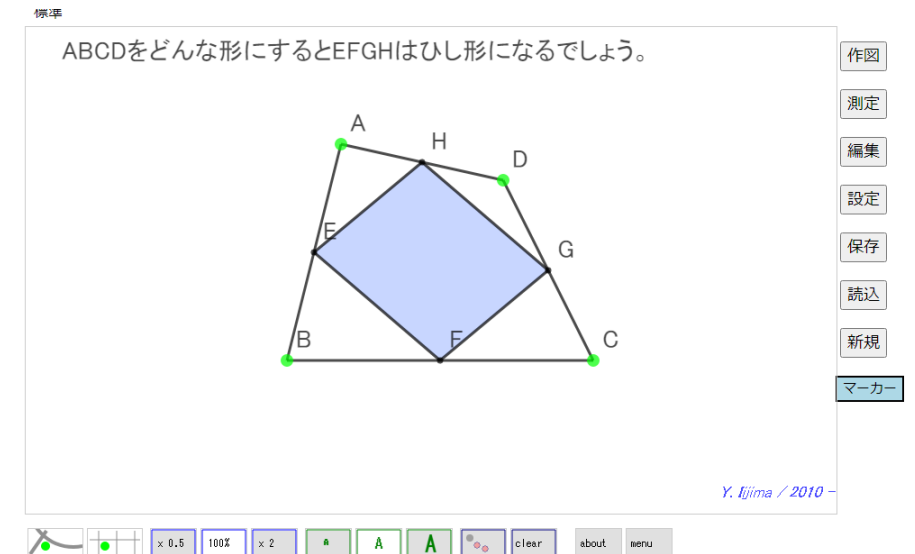
- 生徒(集団)と先生との対話
- 生徒と生徒の対話
- 生徒とコンピュータとの対話
- 生徒と数学的現象との対話
- 生徒と数学との対話
- 生徒自身の中での(自分との)対話

2.6 切り換え

- 個人 / グループ / 教室全体
- 観察・実験・発見 / 証明・計算
- タブレット / 生徒同士の対話
/ 紙の上での作業
- それらを自発的に切り換えやすい環境としての「4人1台」

3. GCに関連するいくつかの事例から

- GCとは
- 「作図ツール」「動的幾何ソフト」
- 数学的な意味で，図形を作図し，変形・測定・軌跡等を行うことができるソフト
- 1989年～
- 現在のGC/html5は，ブラウザ上で動作
- 「飯島研究室」からアクセス可能
- 啓林館のデジタル教科書でも使われている。

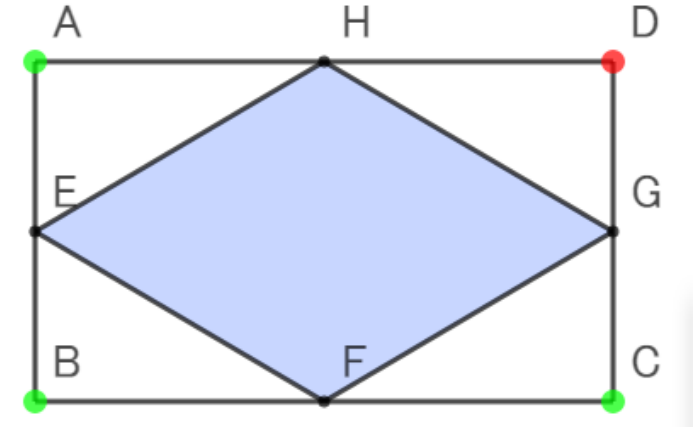


3,1 「いろいろな場合」を調べる

- 「どんなときにも成り立つ」
- 「特殊な場合には，特殊なことが成り立つ」
- 「こんなときだけ，成り立つ」
- 観察した「画面」を提示するだけでも発表する価値がある。
- 観察結果を言葉として表現することで，さまざまな数学的活動が可能になる。
- でも，「言われたことをするだけ」からの切り換えには「言葉による投げかけ」は不可欠。

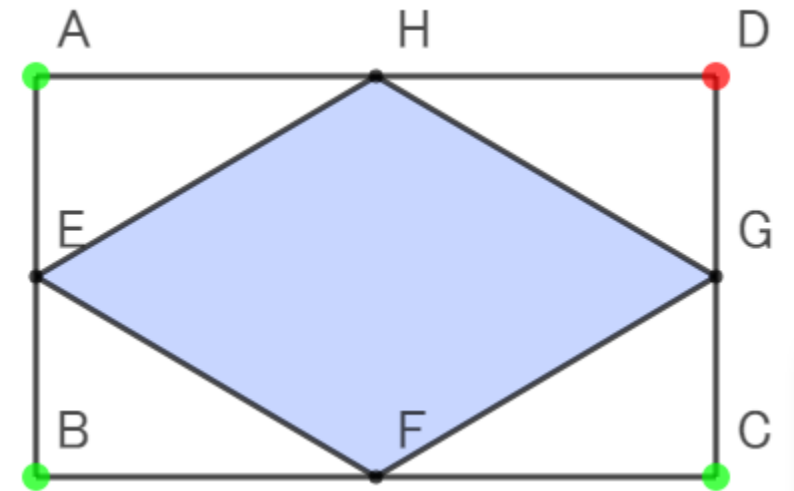
例

- ABCDが長方形のとき，EFGHはひし形
- みなさんだったら，こういう命題があったとしたら，次にどうのことを思いつくでしょうね。



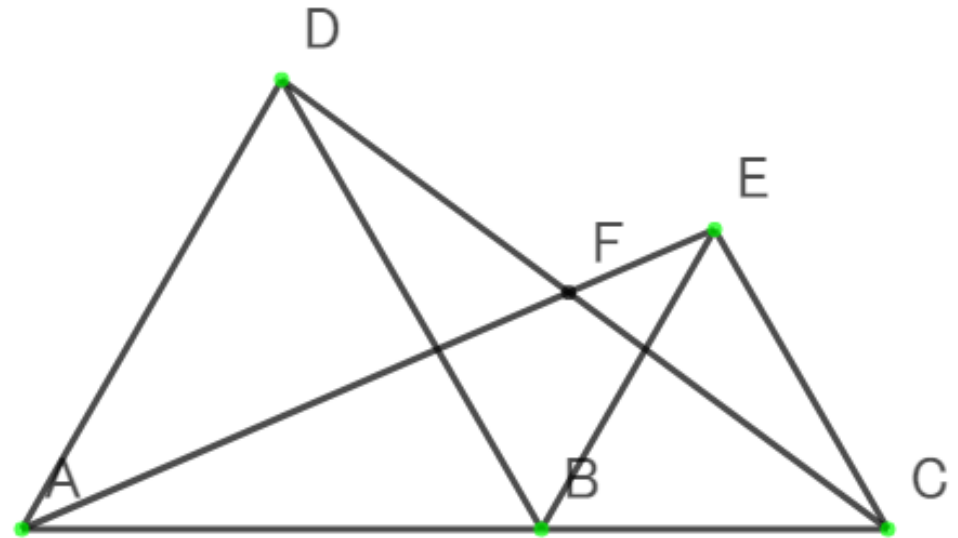
3.2 同じ図でも、 人によって注目しているところは異なる

- ABCDの形とEFGHの形に、さっきは注目していました。
- 二つの四角形の面積に注目してもおかしくありません。
- 4つの三角形に注目しても
- Dを動かすときのHGの動きに注目しても
- ...どこを見るべきかは多様です。



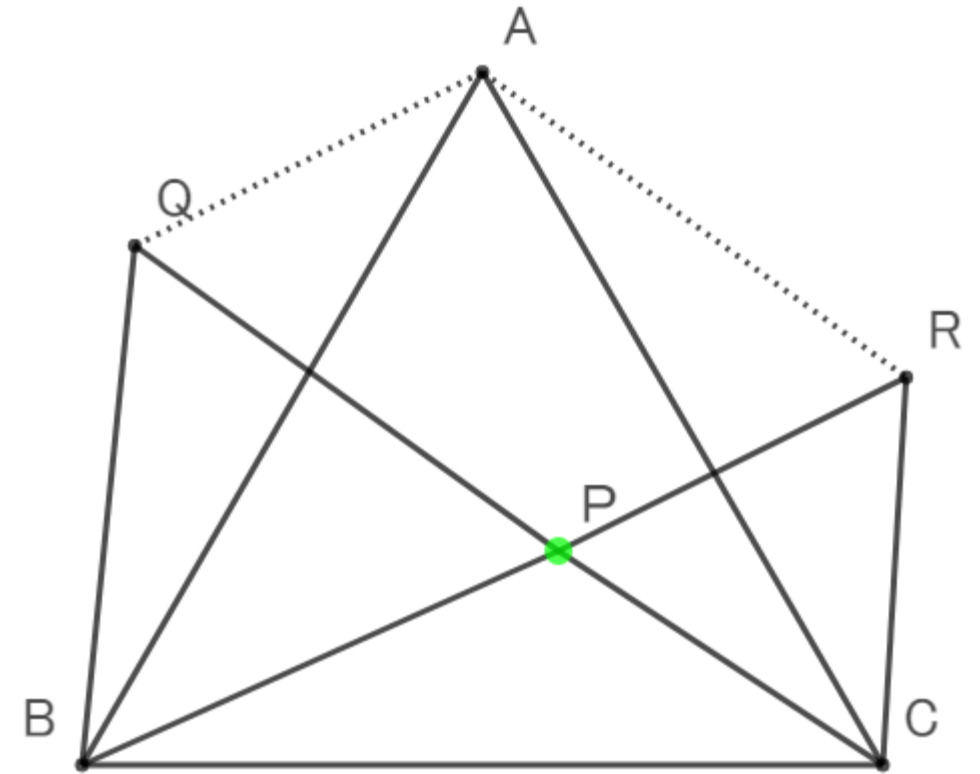
3.3 「いつも合同」を見つける道筋も多様

- AEとDCが関わるような，合同な三角形を見つける
- 「動かしていつも合同」を見つけて，理由を考える道筋もある
- 「動かない図で合同な三角形を見つけて証明し，その証明だったら動かしても合同なはず」を見つける道筋もある
- 「ここなら合同」だけど，「動かしたらダメになる」のを使う道筋もある



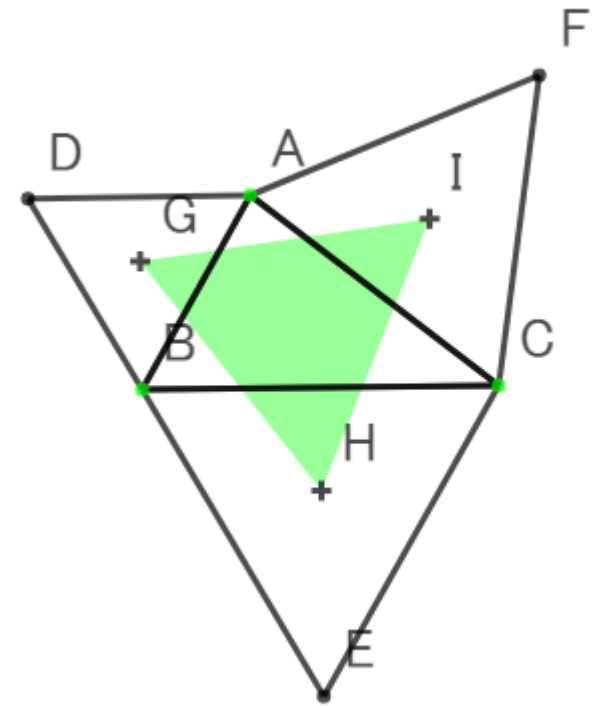
3.4 隠れた合同な三角形を見つける

- 最初は，結論としての平行四辺形に注目しています。
- それを証明するには，隠れている合同な三角形を見つけることが必要で，なかなか気づかないですよ。三つ隠れている。
- 言われたらわかりますけど。
- 三つのどれから攻めていくかも問題で。



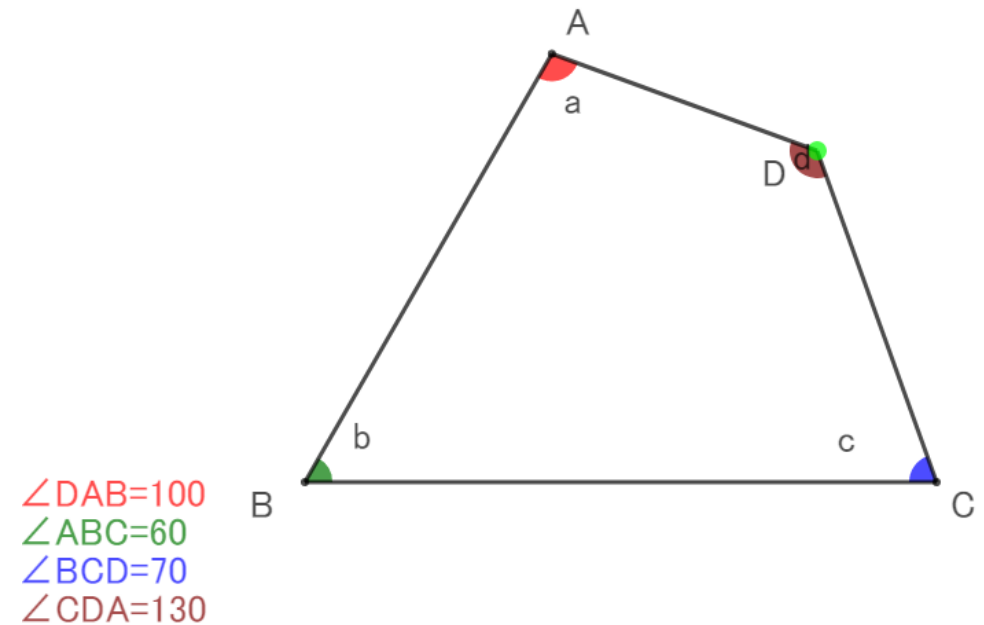
余談/ナポレオンの三角形

- この問題を中学校で扱うことはたぶん、ないですけど、
- 補助線を引いて、「見えないまま隠れている合同な三角形や、相似な三角形をさがす」ことが、証明のための手がかりになります。



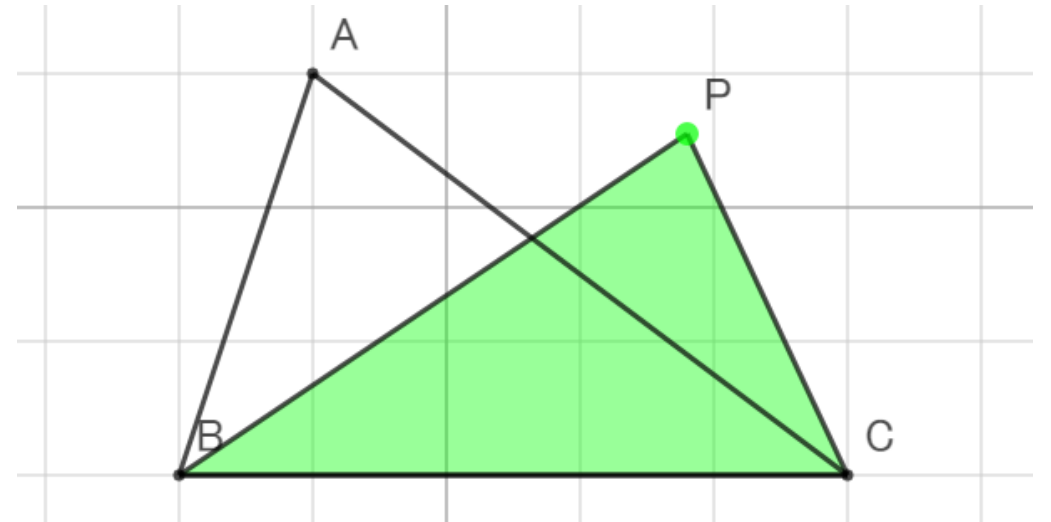
3.5 動かしたくなる？

- 点Dを動かしたらどうなる？
- 「いつも和は 360° 」という見方もあります。
- 「3つの和が一つ」という見方もあります。
- さらに動かすと…



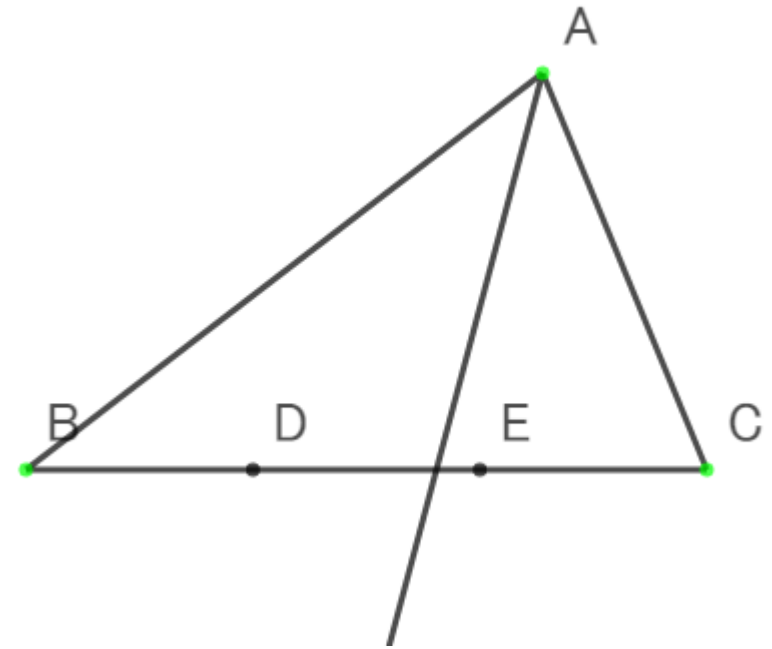
3.6 面積が等しくなる点は？

- $\triangle ABC = \triangle PBC$ になるようなPの位置を探そう。
- 生徒の様子を観察をイメージしてください。
- どんな子がいそうですね？
- とんな声をかけますか？
- そこからどういう流れにしますか？



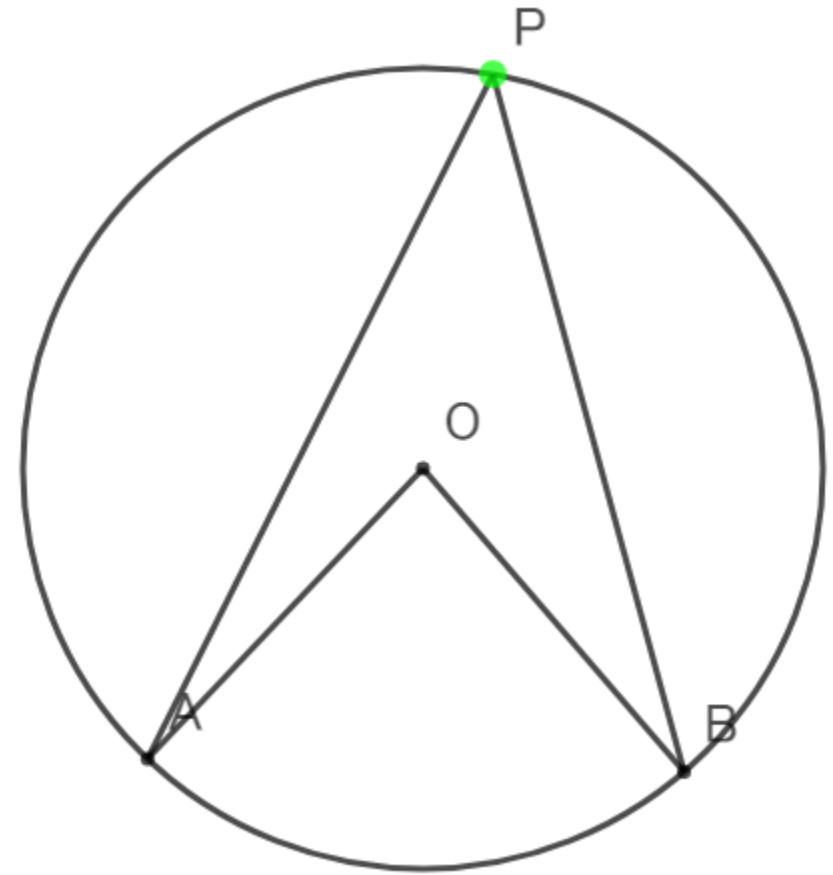
3.7 いつもEを通るようにしてみよう。

- 底辺の中点を通るようにするには、 $\triangle ABC$ が二等辺三角形
- 3等分に変えてみました。
- 二等辺三角形ではうまくいきません。
- どんな発見に結びつくのでしょうか。
 - 中学校的には
 - 高校的には



3.8 証明しやすい場所を探せ

- 円周角の定理の証明をしたいと思っています。
- P をぐるっと一周させる中で、「ここなら証明が簡単にできる」場所があります。
- 探して見てください。
- 何に注目したいのでしょうか。
- 次はどういう流れにしますか？



3.9 「正しい図では証明を考えにくい」 こともある。

- フリーハンドを生かす例
 - 紙を配る
 - $\triangle ABC$ をかきましょう。
 - ABを直径とする円をかいてください。
 - BCを直径とする円をかいてください。
 - CAを直径とする円をかいてください。
 - 「私が独断と偏見で採点しましょう」…
 - 「どこをみて採点していたのでしょうか」
- 次に、どう続けていくでしょう。
 - このような指導の「意図」は何でしょう。

4. 背景あるいは次のステージに向けて

4.1 「習得」 「活用」 「探究」

- 過去においては，かなり「習得」に力点が置かれていました。
- 学習指導要領の改訂において「活用」に力点が置かれるようになり，かなりの期間が経過しました。（が，現実がどう変わっているのかは，また別問題ですね）
- 今回の高校の学習指導要領改訂では，「探究」に力点が置かれていますが，それを実感し，取り組んでいる高校の先生方はけっして多くはありません。
- なんで，「探究」なんでしょうね。

4.2 ICTは「数学的探究の道具」を変える

- ICTにはいろいろな役割があります。
- 学びのための環境そのものを変える，あるいは，設計し，具現化し，社会実装することができるともいえるでしょう。
- GCなど多くの数学ソフトは，省力化のために開発されているわけではありません。
- 「数学的探究の道具」を変えることによって，同じ時間・能力・努力でも，より広く，より深く，より多くの現象に接し，コントロールし，数学的探究そのものを変えていくことを想定して開発されています。

4.3 「道具が変わる」ことはさまざまな影響

- 何も考えずに使うと，適切でないこともあります。
- 紙など，伝統的な道具の方がいいこともあります。
- 今までとは違った活動が可能になくこともあります。
- 今までとは違った数学的現象を観察することもあります。
- 「道具の使い分け」が適切なこともあります。
- 「もっと強力な道具(数学理論，ソフト,...)」に移行していくことも，いずれ必要になるでしょう。

4.4 今の学習指導要領は，GIGAを前提にして設計されているわけではない。

- 別の表現をすれば，GIGAで子どもたち，先生方が「何が可能か，何が適しているのか」を実感し，育っていく中で，いずれ，教育目標や，学習指導要領も変わっていくはずだと思います。

5.おわりに

- GIGA=ICTインフラ(タブレット, WiFi, クラウドシステム)
- 今後いろいろな形で, 教育での仕事の仕方や, 教育方法・内容が変化していくと思います。
- その変化のイニシアティブを握るのは, 必ずしも私たちとは限りません。
- 数学の基本はきっと「問題解決」ですが, その意味も人によっては解釈が異なる可能性があります。
- いい形で, 「未来」を作っていきましょう。