

2023/5/23 枚方市 / 授業力向上研修〔中学校数学講座（1）〕

ICTで変わる数学的探究

愛知教育大学 数学教育講座

飯島康之

yijima@aeu.ac.jp

0.はじめに

- 「この手の研修」は、むずかしい。
- 逆にいえば、「かみ合わないことがよくありうる」
 - 「最先端」は、「進んでいる学校」なので
 - 「あまり、当たり前のことばかり語らないで」
 - 「紹介している話題は古い」
 - 「ICT」とか「探究」に重きを置くと
 - 「ウチの学校・生徒は、もっと前段階」
 - そんなソフト買う余裕ない。
 - そんな時間ない
 - 「それ以前」のことで手一杯
 - そもそも、「なかなかつながらない」
 - その他、さまざまな不満
- 「みなさんの反応」を元に、「かみ合う」ように進めたいと思います。
 - この資料にあることをすべて扱おうと思って作っているわけではありません。

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 想定するいくつかのテーマ

- A. 「今」を少し適切/快適にするために
 - 「今」, 職場や実践で困っていることはありますか?
- B. 「今あるいは来年」の取り組みを最適化するために
 - ICTで実現すべき「標準的なこと」
- C. 「5年間くらい」を見通したときに
 - 「現行のしくみ」を前提として
- D. 「10年先くらいを見通しながら」
 - 「どう変わっていくか/変えていくか」を含めて

0.3 想定するいくつかの年齢層

- 60才以上 / 「今のまま」でも逃げきれerでしょうね。
- 55才以上 / 「5年後 GIGAに7年なれた生徒とつきあえますか？
- 50才以上 / 「移行期での責任者」ですよね。
- 40才以上 / 「移行の実務担当者，その次の責任者」ですよね。
- / 「今」と「次」の波を意識しましょう。
- それ以下 / 「教育の仕事の仕方」は大きく変わるかもしれません。

1. 「今」を少し適切/快適にするために

- 「GIGA」の前倒しで，一気に学校教育でのICT環境は大きく変化しました。
 - 一人一台のタブレット
 - WiFi環境
 - クラウドシステム
 - など
- 「備品の耐用年数」とともに，「また戻る」という意見もあります。「同じ予算化はむずかしい」という理由。
 - みなさんは，どう思いますか？

- 「一気に整備されたこと」はどう理解していますか？
 - 個人的には，「本当はもっと段階的にいくつかのステージを経過すべきだったのに，それをしなかったため，日本の教育でのICT利用はガラパゴス化(あるいは鎖国化)し，コロナという黒船とともに，一気に変えざるをえなかった」と認識しています。
 - それまでに段階的に教育現場では準備すべきだったのに，させてくれず，一気に変えなければならない「混乱」が生まれている。
 - でも，戻ることはできない。
 - 新しいインフラで，どういう教育が適切かを10年かけて確立するしかない。
 - 「古い仕組み」のままなので，うまくいかないことも多い。それは「戦わなければ」いけない。
 - また，子どもを被害者にしないため，「リスクマネジメント」が大切。

1.1 「ありえない」なら，解決へ

- いろいろな地域で，いろいろな「ありえない」があります。
- ただ，それは「担当者に問題がある」のではなく，「担当者は，旧来のルールをそのまま遵守せざるをえない」ので，そうなっていることが多いです。その解決は簡単ではありません。でも，「取り組まなければ解決しない」のです。
- 例
 - 「ネットはつながっている」けど，「授業の時間には実質的に使い物にならない」(施設課は「つないだ」。だから「許容範囲で上手に使い」)
 - 機器の予備が一つもない。(たぶん，教科書配布は人数ぴったり)
 - 「備品」なので，「私物はいれてはいけない」

1.2 授業の中で

- (A) 「孤立化」を避ける
 - 一人一台は、四人一台より「いいはず」です。
 - でも、GCの実践では、人数分あっても、四人一台のことが多いし、スキルがあれば、四人四台の使い方をすることもあります。
 - なぜでしょう。
- (B) パワポを使った授業って、.....心配
 - 「パワポをつくって研究授業」に伺うとき、いつも心配です。
 - そして、たいていの場合、その心配は当たります。
 - どういうことでしょう。
 - 似たようなこと、「それ以外のものを使うICT利用」でもありますよね。
 - いや、普通の授業でも、ありますよね。

2. 「今あるいは来年」の取り組みを最適化するために

- 標準的な「すべきこと」
- 行政としては、税金を投入しただけの「効果」があることは不可欠です。
 - (1) 個別最適化
 - (2) 協働学習
 - (3) 非常事態において、オンライン授業等に対応可能であること。
 - この要因は、現時点においてはあまり重要ではなくなってしまったかもしれせんが。
- 上記に対して、市教委等が何を整備し、学校等でどう実施されているかに答えられることは必要です。

2.1 協働学習

- 多くの自治体では、「ICTを使った協働学習を支援するため」に、ロイロノートとかSchool Taktなどを導入していることが多いです。
- おそらく、今までも「学び合い」あるいは「教え合い」に関して、一定の取り組みはされてきたはずで、そのコンセプトやノウハウの延長線上の実践として、それらを使いこなすことはできるかと思います。
- 逆にいえば、「指導機器や方法は新しくなったけど、学習目標等は旧来のまま」という可能性もありえますが。

2.2 個別最適化

- 「一人一台のタブレットがあるからこそ可能なこと」として、個別最適化が挙げられることはよくわかります。
- 学びの履歴とその分析に基づいた教材等の提供は、それを実現するものとも言えますが、「システムなしに取り組む」ことは不可能ですし、そこで想定されている学力や指導観は、知識・技能中心の、旧来的なものになりやすいことはたしかです。
- 「そうでないアプローチ」は、学力観等への共通理解等も不可欠で、「個別最適化にきちんと取り組む」のは、決して簡単ではないと思います。
- いずれにしても、「システム化」が不可欠です。

2.3 懸念 = 「旧来型の学びを強化するためのICT?」

- 教科書の代替 / 「教材」を提示するため
- ノート・答案の代替 / 「答え」を入力するため
- 協働のための仕掛け /
- でも
- 「ずるい道具」として使われるリスク
 - Microsoft Math Solver とか、どう思う？
 - 電卓的機能, 表計算機能どう思う？
 - 「使ってはいけない」「カンニング防止」？

2.4 「今あるもの」で感覚を育てる

- GC に関しては、これまでの30年以上の蓄積がある。
- 啓林館のデジタル教科書ではもう2期使われている。
- 愛知教育大学・数学・飯島研究室にいれば、無料で使えるし、保存可能な形でGCが使える。
- (詳しくは後述)

3. 「5年後まで」を見通すと

- 「校務の情報化」は不可欠
 - 採点等の業務の効率化や子どもの学び履歴等の分析など
 - 「働き方改革」が伴わない限りうまくいかない。
- クラウドシステム等の充実
 - 「デジタル教科書」
 - 教材編集・配信等を容易に行えるシステム
 - それらを広く支えるリソースやコミュニティの創設
- 既存のシステムの見直し
 - 教育目的・目標や学習指導要領(数回を経て)

4. 「10年後」などを見通すと

- Society 5.0 時代の教育のあり方の明確化と具現化
 - コロナ前は、「何それ?」「現実是不変」だったかもしれない。
 - コロナはトリガー。昭和的な方法論からの脱却。
- 数学教育はどちらにいくのだろう。
 - 「知識・技能」を習得すればよい
 - 今までは「効率的に教えるために学校」→「個別に学ばせよ」
 - 「いろいろな個が集まる学校・教室だからこそ可能な学び」の場
 - 目標・方法・内容など、いろいろなことのupdateが不可欠になる
- 「教師」はどうなる？
 - 「専門家」/カリキュラムマネジメント・など
 - AIに代替される機械的な仕事/「解説」「採点」…

5.いくつかの「手がかり」

- 「主体的・対話的で深い学び」
- 「習得・活用・探究」
- 「学び続ける」
- 「人生100年」
- 「人」に残される仕事
- 「授業」の魅力

5.1 「今の学生」から感じる危機感

- 彼らは、高校まで、「先生や保護者が求めること」を一生懸命に「実現してきた」。
- 「言われたことをやりきる努力」をすることには自信を持っている。
 - でも
- 「おもしろいからやる」という感覚が薄い。
- 「学ぶことは我慢して努力」だから、「入試とともに卒業したい」
- 「やらなければならないことをコスパ／タイプよくやる」ことにはこだわるけど、「で、何をしたいの？」への回答はない。
- ニュースをはじめとして、世の中で起こっているヒト・コトに関心が薄い。
- 「習得」「活用」はよくわかるけど、「探究」は全然実感がない。
 - そりゃあ、「日本人の本人が世界で一番まなばない」というの、よくわかるし、「日本人の会社員に幸福感が少ない」のもよくわかる気がする。
- でも、「何かおかしくないか？」

5.2 「習得・活用・探究」が通じない

- 高校教育に関して、文科省はかなり「探究」に力点をおいているけど、高校の数学の先生方にも通じないし、学生にも通じない。
 - きっと、「そんなコスパの悪い学び」は意味がないのだろう。
 - きっと、「入試に出ない」ことには意味がないのだろう。
 - でも、そういう試験は大学入試でおしまい（あるいは、資格試験）
 - 次の瞬間から、「新しい成果を出せ」「即戦力」

5.3 「授業の魅力」が通じない

- 授業って、「教科書に書かれている知識・技能」を解説して教え込み、「問題を解けるようにトレーニングすること」だとしたら、魅力的な仕事ではないですね。
- でも、みなさんは実感しているでしょ。
- 授業の魅力って、「そういうことじゃない」。
- いろいろな個性がいるからこそその魅力を引き出したい。
- 「わからない」が「わかる」ダイナミズムを楽しみたい。
- そこで、数学の魅力が原動力の一つになる。
- 授業って、「楽しい」し、そこから「元気をもらおう」よね。

5.4 「インターラクティブ」が通じない

- 「パワポ」等を使った「わかりやすい解説」(一方向的)がICT活用と思っている。
- 「問題をみた瞬間に解法を思い出し、それを当てはめて解く」のが数学での問題解決と思っている。
- 数学では別解(解き方の多様性)はあるものの、答えは一つと思っているし、問題は与えられるものであり、自分でつくるものとは捉えていない。
- 「数分考えてやり方がわからなかったら、正しい解き方を調べて覚える」のがコスパのよい学びと思っている。

5.5 実際には「見えても見えていない」ことって多い

- 「ある図を見せたら、みんなわかるはず」と思っているも、現実には、決してそうではないことって、多いです。
- 「だれかが正解を言ってしまった」から、教室のみんなが「ちゃんとわかっている」と思ってしまうけど、現実には、決してそうではないことの方が多いです。
- 「何が問題なのか」「何が大切なのか」とかがきちんと共通認識できていないことも多いです。
- 「何が問題か」を実感させてくれるのは、「できる子ではないこと」って、多いです。

5.6 「みなさん」は?

- 今日の主題の「探究」のようなことを話題にするとき、「それなりに共通認識」のところを突破口にすることが必要で、そうでないと、「自分には関係のない世界のこと、やりたいとも思わない世界のことを、傍観者として聞くだけ」になりやすいのです。
- 「みなさん」が共感もてるのは、どういうところですか?

6.GCは何を与えてくれるのか。

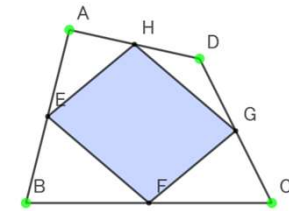
- GCなどの動的幾何ソフトは、登場してから35年くらいになりました。
- 私は開発者ではありますが、それだけ長く楽しめるのは、理由があります。
- それをライブ感を伴ってわかっていただけることが、きっと明日以降に生きるきっかけになると思います。

6.1 基本は「図形を動かす」こと

- もちろん、「作図」できることに意味があります。
- 「測定」することにも意味があります。
- 「軌跡」を残すことなどもできます。
- でも、基本は、「動的」ということです。
- 逆にいえば、「静的」な見方が普段の図形指導では基本なので、(昔からある)「動的な見方・考え方」をより自然な形で具現化できる道具と言ってもいいでしょう。

6.2 単純な図でも観察や発見は「多様」

- 右の図を「動かす」とどんなことに気づくのだろうか。
- 決して「一つ」ではありません。
- みなさんはいくつ想定できますか？
- その「多さ」は、この図形そのものの教材としての「奥の深さ」であり、「数学の奥の深さ」でもあります。



6.3 「対話」をすることで深まる

- 人間と人間(先生と生徒, 生徒と生徒, 自分の中で)の対話が基本です。「ということは、こういうことはどうなの?」という対話で、次第に深まっていきます。
- 人間と機械の対話(この手のソフトは、interactive softwareです。あるいは、そういうことができることを、dynamic と表現することもあります。)

6.4 「いろいろな場合を調べる」

- 教科書では、「代表的な一つの図」
- 動かして調べると、
 - 調べる候補としての「いろいろな場合」
 - 「いつも」成り立つ(一般性)
 - 「こんなときには、こんなことが成り立つ(特殊性)
 - 場合分け
- それらのことを、「自分が動かしたら感じる状況」として提供され、そこから「問題を見つける」ことができる。

6.5 「ちょっと変えるだけ」で

- 「外心」を話題にするとしたら、どんな図を使うことを思いつきますか？
- 問いをちょっと変えるだけでも、ちがう展開が生まれます。
- 図をちょっと変えるだけでも、ちがう展開が生まれます。
- きっと、授業で活躍する子も変わるでしょう。

6.6 「現象」として観察可能

- 発展的なことを「さわって実感する」こともできます。
- 生徒から発言された「条件変え」をしてみて、「今は扱えないけど、こんなこともあるんだね」とまとめることもできます。
- 「なんかうまくいかないから、きっと注目する価値がないんだ」と扱うこともできます。

6.7 条件に注目することや、証明を考えることの利点を実感できる

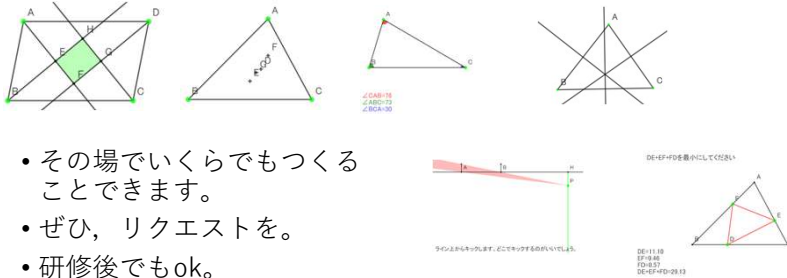
- 「観察だけ」では、モヤモヤします。
- 「こうなるはず」と語るのは数学で、そのためには、「推論や証明」が必要です。
- 最初は、「四角形のカタチの種類」などで議論していても、スッキリするためには、「条件で語る」ことが大切なことがわかることが多いです。

6.8 「一人一台が最適」とはかぎらない

- 「一人」は「孤立化」を意味します。
- もっと大切なことは、「言語活動の活性化」。
- 「4人の中央にタブレット」
- 関心があれば、頭が集まる。
- 画面の上の図を動かし、
- 書き込みをし
- …
- 証明したくなったら、ノートの上に



6.9 いろいろな例



- その場でいくらでもつくる
ことができます。
- ぜひ、リクエストを。
- 研修後でもok。
- そのまま学校で使えます。

7. 次世代の教育に向けて-探究という視点

- 数学の授業では、「習得なしに、探究だけで成立させる授業」は
きつとありません。
- でも、「習得としての学び」だけではもったいないし、そうではな
い魅力が数学の授業には「あった」と思いませんか？
- GCのような小道具を入れるだけでも、それはかなり活性化できると
思いませんか？
- ICTで「より広く、より深く探究できる世界」は広がっているのだ
です。
- 同時にそれは、「生徒に任せる」「生徒を生かす」余地を広げてい
くことでもあり、「この集団に合わせてカスタマイズしていく教
育」でもあるのです。

7.1 「何を学ぶのか」「どう評価するのか」

- 生徒がすべきことを「ICTが代替してしまう」と、生徒がすべ
きことを奪ってしまうので、「すべきこと」を変えないなら、
「しない方がいい」です。
- 逆にいえば、「新しい道具を使っていい」なら、学習目標を
「変える」ことが不可欠です。
- そういう意味では、「旧来的な数学教育の目標」を見直してい
くことは10年先を考えると、とても大切なことです。
- きつとそのときには、「評価のあり方」も変わるはずで、かぎ
られた時間で与えられた問題への正解をどれだけかけるのかのみ、
以外の方法も広がっていくはずで。

7.2 chatGPT等で教育が破壊されるわけではない。

- 使ったことありますか？
- 「答えが正しくない」等だけで批判するのは妥当ではありません。
- 返ってくる結果の妥当性を見極めて、ほしい答えが出るように、問い
を適切に深めるなどの主体的で対話的な使い方が不可欠なのです。
- 「わかっていないまま妄信的に使う」と、ろくなことがないのです。
- それが表面化するような問い、より深めていくための探究のあり方
を、「先生方自身も身につけていく」なら、次のステップに進めて
いくことができそうです。
- 逆に、「それを身につける」ことをしないなら、「時代遅れの教育
しかできない」ことになるでしょうけど。

7.3 「数学」は変化している？

- 「高校までの数学教育で扱う知識・技能としての数学」はそんなに変わるはずがありません。
- でも、「社会の中で数学が果たしている役割」は、工業化社会のときから、大きく変わっているのはたしかです。
- 未来で活躍する社会人の20年前としての「目の前の子どもたち」がどういうものとして「教科としての数学」やその周辺での学びをすべきかを考えると、きっと、変えることができることって、多いのです。
- また、それぞれの分野の重要性やその意味もきっと変わっていくのです。

8.おわりに

- 「この資料の解説」を研修の時間にするつもりはありません。
- 逆に、「研修の中で模擬授業的に取り組んだこと」が、お伝えしたいことのすべてではありません。その全体像を少しでもお伝えしようと思って、この資料をつくりました。
- 研修の中でのこと、この資料の中でのことなどについて、もし疑問等があったら、研修の中や事後での質問はもちろん、その後メール等でお問い合わせいただければ幸いです。