

探究活動のための ICT 教材について

－「散布図と相関」の BYOD 活用実践－

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教科教育分野 功刀聡将

1. 研究の動機と目的

1.1 数学教育における ICT 教材の意義

高校数学の授業で ICT 教材^{*1}の利用はこれまで多く実践されており、FunctionView や Grapes などのフリーウェアが使用されてきた。数学教育において、紙面上に描かれた図から動きや変化をイメージする事が難しい題材は多い。それらの図形を頭の中で想像して構築する能力は、人によって差異が大きく、特に立体図形や空間認識となると非常に顕著に現れる。しかし、ICT 教材は、図形やグラフを自在に動かすことが出来るため、その動きを観察する事で直感的に性質を読み取ることが出来る、強力な学習ツールである。ICT 教材を活用することは、多面的・多角的に思考するための補助として非常に有意義である。

1.2 BYOD による教材の在り方の変化

昨年度 2022 年 4 月より高等学校において BYOD の使用が開始された。もちろん、ICT 教材を活用する絶好の機会となる。しかも、これまでと違う点は、生徒一人一人が自分自身の端末で教材を扱えることだ。従来型の授業では、ICT 教材は教師の意図通りの動きを生徒に一方的に見せるだけの、生徒にとっては、与えられるだけの受動的なツールだった。しかし、BYOD 型授業では、生徒が意図した動きで ICT 教材を操作できるため、自らの気付きを与えることができる能動的なツールに変化するだろう。

ここで重要な点は、すでに理解している教師が操作するのと、その題材を知らない生徒が操作するのでは、おそらく ICT 教材の在り方が変わってくる事だ。どこまで情報を見せるのか、機能性・視認性・操作感によっても、

生徒の気付きに影響を与えるはずである。生徒自ら操作するための ICT 教材は、これまでのものとは違った設計思想が必要になるはずである。能動的なツールに必要なものとは何か、これについて考察していきたい。

1.3 研究の目的

自ら操作する BYOD の ICT 教材は、生徒が「能動的な気付き」を得るための機会を作り、題材への深い理解のための補助ツールである。そのためには教師が与えるばかりでなく、生徒の探究活動^{*2}は欠かすことが出来ない。本研究の目的は、BYOD の活用として ICT 教材を使った探究活動を行い、そのような教材の在り方を考察することとする。

1.4 先行研究についての考察

(中村 2015) では、「わかる」「できる」「見つける」「つくる」「使う」5つの観点から高校数学科の目標を捉え直すと、「できる」「わかる」観点での目標を実現し、さらに「見つける」「つくる」「使う」観点での目標を達成することが、高校数学科の目標であると捉え直すことができると述べている。さらに、ICT 活用は数学指導の目標の達成を握るカギであり、ICT を活用しなければ十分に達成できないのではないかと述べている。また、ICT を活用した5つの指導事例の提案がされている。

①二次関数の係数を変化させるとグラフがどうに変化するのかを観察する教材。観点は「見つける」「できる」。

②本日の売上額が同じコーヒーショップ A と B の 20 日間のデータの箱ひげ図と散布図や各代表値から傾向を分析する教材。観点は「使う」。

して、そのことが成立する事を証明に活かす教材。観点は「見つける」。

④双曲線と楕円のグラフを定義どおりの軌跡として描き、標準形の式と一致する事を見出す教材。観点は「わかる」「見つける」。

⑤正方形の周の2つの動点 P, Q の距離を同時にグラフに表示し、発展問題作成に活かす教材。観点は「わかる」「見つける」「つくる」。

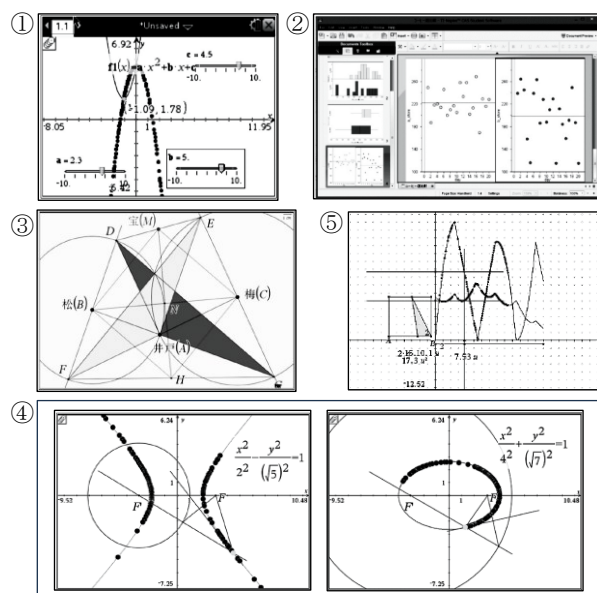


図1 ICTを活用した事例画面(中村 2015)
「問題の動的な扱い」「問題の発展的な扱い」
「性質の発見から証明へ」「グラフ的表現と幾何的表現の関連付け」「社会や日常生活との関連付け」を取り入れた授業づくりを行うことが重要と論じている。

5つの事例は、「見つける」「つくる」「使う」のいずれかの観点が含まれており、探究活動のための教材事例と理解できる。特に「見つける」は、筆者が先述した「能動的な気付き」と同義であると考えられる。

ただし、紹介事例は実際に授業実践されているか不明であり、また ICT 教材の設計思想や作成時間が明記されていず、実際に生徒が操作するときに思考に集中できる工夫がなされているのか不明瞭である。授業者にとっての関心事は、「実際に作れるのか」「どのような事に配慮が必要なのか」の実行可能性である。これは教師にとって重要な関心事だ。

2. 探究活動の教材検討

2.1 題材「散布図と相関」について

題材は、高等学校 数学 I 「データの分析」の「散布図と相関」とした。現実事象の膨大なデータを複雑な数式に落とし込むため、生徒は公式で何を計算しているのか理解しづらい。(例えば図2の相関係数の公式理解)

$$\text{相関係数} \quad r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} = \frac{\frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}) \}}{\sqrt{\frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 \}} \sqrt{\frac{1}{n} \{ (y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2 \}}}$$

(分子: 偏差の積の平均) (分母: 偏差の2乗の平均の平方根)

図2 複雑な公式の例: 相関係数の公式

分散・標準偏差・共分散・相関係数は、公式から計算される数値と公式の数式自体との関係が難解であり、教科書でも説明なく機械的解法が推奨されることが多い。そのため理解は曖昧なのに何となく解けているため、それで満足してしまう傾向がある。機械的解法を覚えてしまう前に、公式の意味理解ができる補助教材が必要であると考えられる。

探究活動として、「散布図の点の分布と共分散公式を比較して、何を計算しているのか理解すること」つまり「相関の正負が、共分散の正負と一致することを理解すること」を実践することにする。動的・視覚的な理解の助けとなる ICT 教材にできないか考えてみる。

2.2 一般的な教授法の問題点

相関係数の一般的な教授法は、図3のように Excel など表計算ソフトが使われる事が多い。



図3 Excelでの教授法

- ① 「標本データ」を入力する。
 - ② グラフ作成ツールで「散布図」を描く。
 - ③ 表を使って「公式」を計算する。
- この教授法では②と③が独立した別々の作業

になっているため、公式の意味がブラックボックス化されており、「散布図」と「公式」の関係が掴みづらい。公式計算が機械的な計算作業になりがちである。

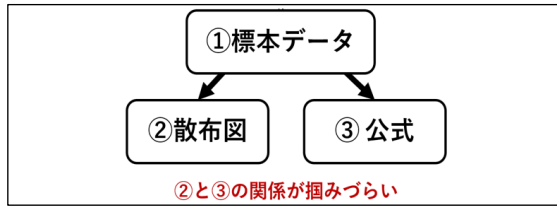


図4 Excel教授法の構造イメージ

この教授法の構造イメージが図4である。問題点を挙げると、まず明らかに、「②散布図」と「③公式」の乖離が見られ、「公式」理解を困難にしている。また、「①標本データ」入力の機械的な単調作業は時間がかかるだけである。さらに、①②③3つの比較が思考を複雑化させている。「公式」理解のためには、「散布図」に多くの書き込みをする必要があるが、Excelのグラフ機能で、それは叶わない。また、散布図の多様な分布を即時に試すことができない。以上が、「散布図」と「公式」の関係理解を困難にさせている5つの問題点である。

2.3 新たな教授法のアイディア

共分散公式の意味理解は、散布図への書き込みが不可欠である。平均線・偏差・偏差積を書きこんだものが図5である。偏差は2変量の平均線の交点と各標本点との距離で、偏差積は長方形の面積と解釈できる。

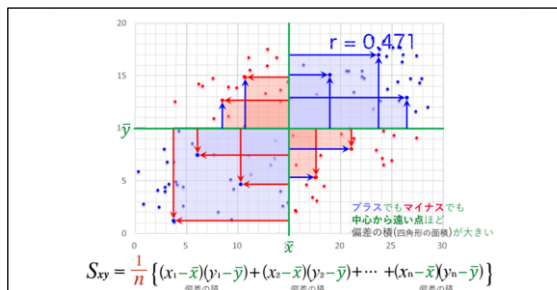


図5 散布図への書き込み

つまり、二本の平均線により分断された領域の右上から順に半時計回りに、第1,第2,第3,第4象限として、第1第3象限で偏差積はプラスとなり、第2第4象限で偏差積はマイナスになる。これで共分散公式の偏差積の和を考えれば、正の相関の分布では正の数値、負

の相関の分布では負の数値と推量できる。これで「②散布図」と「③公式」の関係が理解できる。では、この手法を実現できるようなICT教材について、2.2で取り上げた問題点の改善を検討する。

2.4 問題点の改善手法の検討

まず、公式理解を助けたいという見方でExcelの散布図を見たとき、「標本点を自由に動かして分布を自由に変えてみたい」と考えた。多様な分布に変化させることで、公式の動的な数値変化を即時に比較観察できるからだ。また、「①標本データ」は、散布図の標本点の座標として判読可能であるため、乱数で自動生成して非表示にする。これにより②③2つのみの表示にできるため、視認性の向上と思考の簡略化を期待できる。最後に、散布図上に、公式に登場する数値「平均・偏差・偏差積」に該当する図形を表示した。②③両方に共通のものを可視化すれば、比較観察の補助となり、②と③の乖離を解消できる。図6が改善した教授法の構造イメージである。



図6 教授法改善の構造イメージ

「標本点を指で動かす」と、「散布図への書き込み」の2点を実装することが改善のカギであり、GeoGebraならこの2点の教材改善を期待できる。(ただし、GeoGebraには表計算機能があり、そちらでも散布図を表示できる。しかし、Excel同様、上述の2点の実装が不可能であるため、この機能は使用しない。)

特に、標本点を指で動かせる散布図であるため、これこそが直感的な探究活動を可能にする一番の改善と言える。多彩な分布変化で即時に公式との比較観察を可能とし、教材の一番の特徴になる。このICT教材を作成できれば、相関係数の教授法として、新規性のある手法となり、BYODの実践事例としても意義あるものになると考える。

2.5 教材作成アプリについて

GeoGebra の利点を挙げてみる。まず、オブジェクトを動かす方法が多彩である。これは、探究活動しやすい環境を実装できる自由度が高い事を示している。「画面をタッチして指で動かす」「変数で動きを制御する」「他のオブジェクトに連動して動かす」「スクリプト（プログラミング）で命令して動かす」。また、レイアウト性に優れており、操作性・視認性を工夫できる。また、 $\text{\LaTeX}$ を使用できるため、数式表示がきれいである。さらに、ブラウザで動くため、開発環境と利用環境の汎用性が高く、URL を配布するだけで済む。

ただし欠点もあり、現時点で開発者のための日本語書籍がなく、体系的に学ぶ Web サイトもないため、ほぼ独学になることである。

2.6 設計思想（アーキテクチャ）

BYOD における ICT 教材は、生徒が操作する事を前提とした設計を心掛ける必要がある。特に探究活動をするためには、思考に集中できる、直感的な操作感が重要だ。「画面タッチによる指での操作感を意識すること」、「シンプルな操作性と視認性に配慮すること」。この2点に注意して教材作成を試みる。

タッチする指が画面を遮らないよう、ボタン等の操作系は画面の下に配置し、少なめにする。配色も控えめにする。自由に指で動かす直感的な操作感のために、変数の直接入力可能な限り使用しない。基本として指だけで操作する仕様に努める。

2.7 作成した教材の特徴

- ① 標本点をタップすると、 x 座標と y 座標として標本データを表示し、また、公式の該当部分が強調表示されるようになっている。
- ② 画面下方のボタンをタップすると、該当する正負と強弱で散布図を表示する。また、[another data] をタップすることで、乱数により新たに別の散布図を生成可能である。
- ③ 画面右側のスライダを動かすことで、該当する特徴のみを開示するように場面転換することができる。共分散の公式も、それに応じて表示形態を変化させて、交互に観察できる。

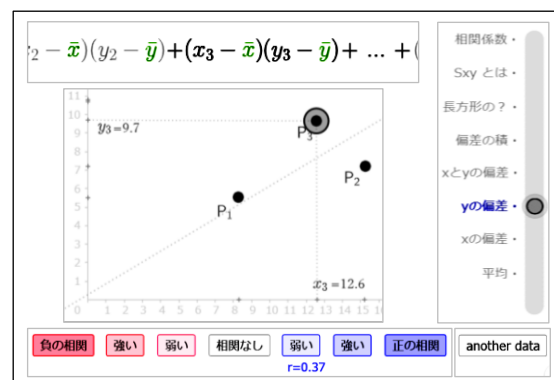


図7 操作系ボタンなどの拡大図

生徒の立場になったとき、徐々に場面転換できる仕組みはいい「足場かけ」となる。大量の情報を一度に見ると、どこから処理すればいいか判断できず、思考停止に陥ることはままある。冷静かつ論理的に対処するための環境作りは重要だ。しかし答をすぐ示してしまう設計も、思考停止と等しく探究活動にはなりえない。何をどう観察するか探索する自由度と、その補助となる足場かけ、この2点が思考を働かせる教材作りは必須である。

④ 散布図の標本点を動かすことで、公式の数値が動的に変化し、標本点の分布と公式の数値を交互に観察することが出来る。正の数値では青、負の数値では赤、0は緑を配色した。

⑤ スライダーの一番上の場面転換（図8）で、画面の下に相関係数スライダを表示する。シームレスに相関係数の数値を変えて、分布の変化をアニメーションで体感する事ができる。

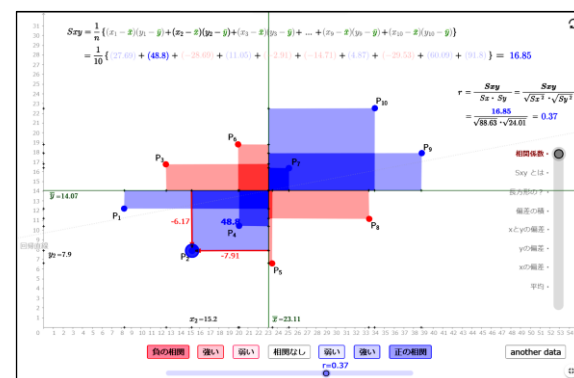


図8 一番上の場面転換の状態

※今後、こちらの ICT 教材を「相関変動散布図（Correlation variation scatter plot）」と呼称する。これは、GeoGebra で開発した完全オリジナルの ICT 教材である。

3. 授業実践

3.1 授業概要と探究課題

授業の流れとしては、探究活動をととして【**相関の正負と共分散の公式の関係**】を感得する。つまり、共分散公式の計算の意味理解をする。その上で相関係数を求める例題解説と問題演習へと移っていくことにした。

【探究課題】

BYOD で「相関変動散布図」を使って、指で標本点を動かし、**[散布図]の分布を変化**させる。連動して、**[共分散式]の数値も変化**するため、2つを交互に比較観察して【**相関の正負と共分散の公式の関係**】を感得する。

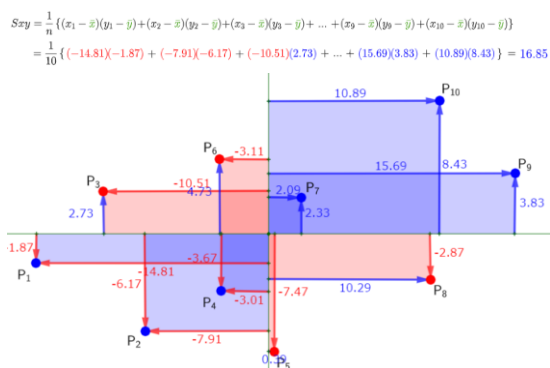


図9 相関変動散布図の一場面

3.2 導入：既習事項の確認

まず、既習事項の確認を行う。図10を使って、散布図における「相関係数の数値的役割」

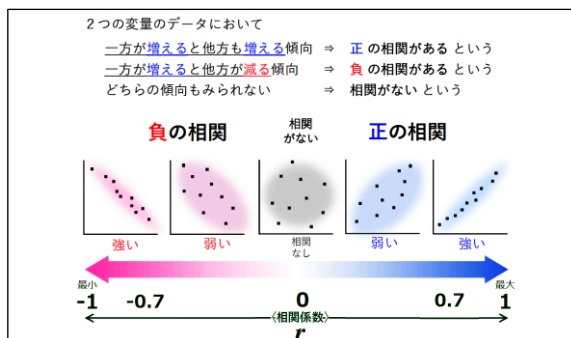


図10 相関係数の数値的役割

を確認する。(相関係数の公式はこの時点では未修であり、図10のように散布図との関係のみ示してある。) また、図11を使って、大事な用語である『**偏差**』の視覚的解釈について確認する。これらは、前日に確認しているためスクリーンで端的に進める。

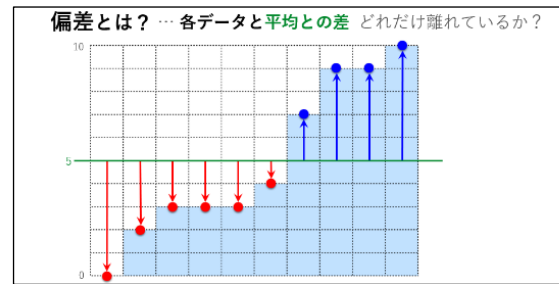


図11 『偏差』の視覚的解釈

3.3 展開①：公式の提示

ここで初めて、相関係数 r とその分子に当る共分散 S_{xy} の公式を生徒に紹介する。相関係数の分母は、既習である2変量それぞれの標準偏差 S_x と S_y の積であることを確認する。

相関係数

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} = \frac{\frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}) \}}{\sqrt{\frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 \}} \sqrt{\frac{1}{n} \{ (y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2 \}}}$$

相関係数

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad S_{xy} = \frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}) \}$$

図12 相関係数と共分散の公式

分母は必ず正であるため、特に分子の共分散が重要であり、「相関の正負を判断できる式」である事を伝える。まずはその理由を、共分散の公式をよく観察して考えることを指示する。5分間、隣と相談してよいと伝える。その後、何らかの結論が出た人がいるか挙手してもらおうと2名手が挙がった。考えを聞きたいところだが、他の人にも自身で感得する機会を与えたい旨を話し、展開②に移る。ここで挙手した2名(後述の会話記録の生徒C, E)が共分散公式の意味を、この時点で確実に理解していたかは定かでない。

3.4 展開②：BYODによる探究活動

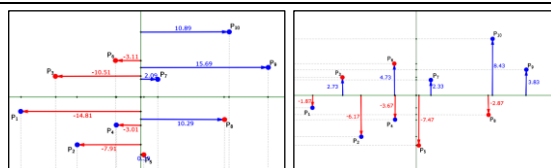
次の展開では、本実践の主となる探究活動を行った。予めGoogle Classroomにアップしておいた教材「相関変動散布図」を起動するよう指示する。GeoGebraの教材は、これまでに何度か操作しているため、簡単に操作方法を話すのみとした。探究活動の目的は【**相関の正負と共分散の公式の関係**】を理解する事であり、隣の2, 3名で10分間意見を出し合うよう指示した。教師は、探究活動の観察に徹して、核心になることは何も言わない。

(1) 会話記録①「2変量の偏差の確認」

17:31 (授業開始からの経過時間)

A「これが偏差ね。平均から矢が出るとこ」

B「あ〜！これ、ひとつひとつが偏差？」

**図 13 散布図上の2変量の偏差**

偏差は既習事項であるが、この章で初めて2変量データを扱っており、散布図における偏差の視覚的解釈も初めてである。生徒 A・B の会話は、複数ある矢印一つ一つが偏差であること。また、標本点1つにつき、縦方向と横方向の2種類ある矢印をどのように解釈するのか確認し合っている場面である。

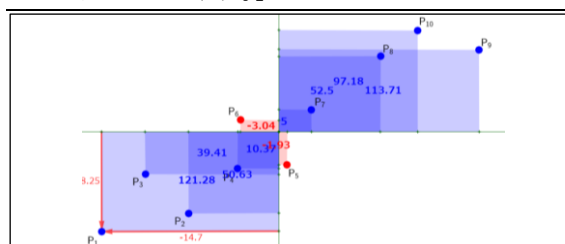
(2) 会話記録②「偏差積の正負のバランス」

18:25

C1「これ 52.5 ってどういうこと？ 面積、こっちの方が 確かによってこと？」

C2「あっ！わかった！これだ！赤い点があるじゃん。これが負の方向だよ。こっち側にいっぱいあれば 負になるのね」

C3「こっちが減るから、(負の部分に) 飛び出てるのが ちょっとしかないから、淘汰されちゃう。」

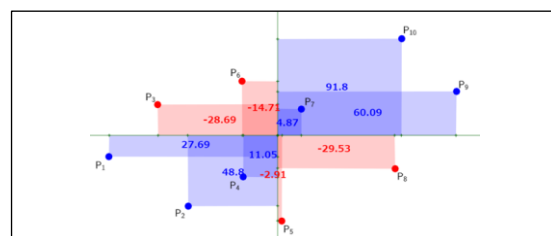
**図 14 正の相関が強い状態の散布図**

発言 C1 では、平均線の交点から離れるほど、長方形の偏差積(面積)が拡大する事を示唆する言葉が窺える。発言 C2 では、偏差積がマイナスになる部分がどこかを明確に気づいた発見への喜びが窺える。さらに発言 C3 で、偏差積が正になる点が多ければ、少しくらい負になる点があったとしても、全体的には相殺される。偏差積の正負のバランスで全体の正負が決まる事の気づきを得ている場面だ。

(3) 会話記録③「負の面積への疑問」

20:15

E1「長方形の面積の総和を、長方形の数で割ったようなもんなんだけどさ。」

E2「ただちょっと、長方形の面積なのにマイナスになってる。でもそれって何て言うのかな。あくまでも x と y の数なので…」**図 15 負の面積(左上と右下の長方形)**

発言 E1 から、共分散の数式が散布図上の何を意味するのか理解している事がわかる。しかし、発言 E2 で、面積が負になる事に悩んでいる。負の面積への疑問は想定していたが、敢えて説明していない。面積とは図形上の解釈であり、公式内における偏差積は、図形としての面積を意味していないからだ。生徒 E も「あくまでも x と y の数なので…」と言っているように、解釈である事に気付き始めている場面だ。しかし、教材中で面積と表示しているため、一言説明した方がいいだろう考える。

生徒 C もそうだが、生徒たちは指で直感的に動かし夢中になっている様子だった。正負の動的に変化する配色も説明しなかったが、自然に理解している様子だった。自由に探索するための「足場かけ」になったと考える。

3.5 展開③：生徒による解説

意欲的な生徒たちの姿を見て、解説は生徒に委ねた。流れは変えずに要約を下記に示す。

生徒 C による解説(要約)

「第1象限と第3象限ってやったと思うけど、プラスとプラスの積、マイナスとマイナスの積だから面積プラス。逆に、第2象限と第4象限に長方形ができる時に、マイナスとプラスの積だから面積マイナス。」

共分散の和を計算してあげると、第1象限と第3象限のプラスの足し算と、第2象限と

第4象限のマイナスの足し算で、第1象限と第3象限の方が多かったってことじゃん。つまり、こっちの方がでっかい面積だから、右上がりの直線状の正の相関になる。

逆に、共分散の和がマイナスだったら、第2象限と第4象限の方にいっぱいさ、長方形ができて負の相関になるよね。」

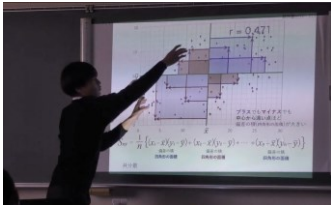


図 16 生徒による解説

生徒 C の説明は、1 分 30 秒ほどの簡潔なものだった。「象限」という言葉は、散布図上でそのような表現をするとは授業で扱っていない。しかし、データを標準化することで該当する象限に変換されるため、決して間違った表現ではない。「標準化」は未修であり、生徒たちも「象限」という表現を素直に受け入れていたため補足しなかった。生徒 C による説明を聞く生徒たちを見ていて、教室にとってもいい空気感が生まれていた。そのくらい生徒たちが教材操作に夢中だったのだと推察できる。

この後は、共分散 S_{xy} を S_x と S_y で割ることで、数値を -1 から 1 に調整する。その数値を相関係数と定義していると説明した。数値範囲の説明は、教科書でも言及されていないため、参考資料として渡すのみにとどめた。

3.6 生徒のアンケート記述の抜粋

- ・自分が気になったところを動かせることで、理解がより深まった。
- ・話を聞いているだけではイメージ出来ないものを、自分で動かしたりできるから、より理解しやすくなった。

上記 2 名の記述から、自分で動かせる能動的な学びが出来たと感じている事が読み取れる。教材の問題点を改善するアイディアを考える中で、自分自身が「散布図上の点を、指で自由に動かしたい」と思った。Excel の散布図を見ていて、分布を自在に変化させて散布図と式の関係を観察したい欲求があり、自分

が一番拘ったものだ。生徒の記述から、自分の探究心への欲求を形にしたことが功を奏したと感じる。「点をこっちの象限に動かせば、式の正負が逆転するはずだ」という予想を即座に実行 確認できる。思った結果が得られなければ、新たな疑問を得て試行錯誤したくなり、気になるところを動かす。Excel では出来ない事だ。「『こうしたい』想いを即座に指で直感的に実現できる」教材だった事が、今回の題材の探究活動に向いていたと実感できた。

- ・教科書だけでは分かりにくいグラフの動き方など、ICT でしか出来ないことがある。
- ・我々生徒が分かりやすいような工夫が施されていて充実していた。
- ・最初に相関係数の式をみただけでは、どんなことを表しているのか、全くわからなかったが、ICT 教材を使ったことでとても理解しやすくなりました。

ICT 教材により、紙面上では見られない動きを見ることが出来る良さを感じていると読み取れる。また、「我々生徒が分かりやすい工夫が施されていた。」という記述から、視覚的効果だけでなく、条件に応じてオブジェクト表示の ON/OFF を切り替えたり、動的に変化する配色設定など、それとなく「足場かけ」を仕組んでおく事は大事だ。操作する生徒の心情を読み、その視点から思考に集中できるアーキテクチャを心掛ける事が必要と考える。

3.7 探究活動による理解度

$S_{xy} = \frac{1}{n} \left\{ (x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}) \right\}$ 「相関の正負と共分散の公式の関係を読み解く」探究活動		ICT 教材 使用前			
ICT 教材 使用後	どこかで理解できた	0	4	式だけでは理解できなかった	
	式を見て理解できた	0	0	17	32
	いつか理解できたか	0	0	17	32
	ICT 教材 操作中に理解できた	0	0	17	32
	理解できなかった	0	0	17	32

図 17 理解度の調査集計

図 17 を見ると、【相関の正負と共分散の公式の関係】の理解度は、教材使用前 4 人（挙手したのは 2 人）となっている。教材使用後は、全員が理解できたと答えている。どの程度理解できているのか一人一人と話さなければ

ば知る事はできないが、今回の実践により、一定の成果が見られたのではないかと考える。実際、授業開始から20分ほどで教師の説明なしに、【相関の正負と共分散の公式の関係】の理解に迫り着き、それを説明できる生徒が現れた。これこそICT教材の利点であり、生徒自身が能動的に操作し感得することで得られた結果であろうと考察する。

4. 研究の成果と課題

4.1 探究型ICT教材の在り方

BYODの授業は、単に内容の理解が深まるというだけでなく、ICT教材の工夫次第で生徒の探究心を刺激できると確認できた。図18に、生徒の思考を可視化してみた。2つ目を見て欲

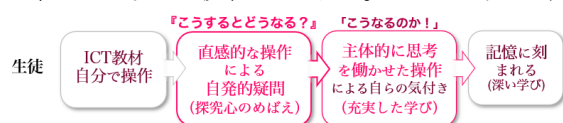


図18 BYOD授業における生徒の思考

しい。「直感的な操作による自発的疑問（探究心を芽生え）」だ。これがトリガーとなり「主体的に思考を働かせる」試行錯誤へ繋がる。

「ただ解けた」だけでなく、「学びに充実感や達成感といった付加価値」を生徒に与えて「真に深い学び」に繋がる。

つまり、ICT教材を「ただ作る」でなく、生徒に達成感という付加価値を生み出す工夫が必要だ。探究心というトリガーを引くための「足場かけ」を、教材のどこにどの程度仕組むか、その匙加減が重要であり、簡単すぎても難しすぎても探究の妨げとなる。「生徒のこうしたいという想いを即座に指で直感的に実現できる教材」を目指す事が要である。

また、生徒の思考を羽ばたかせるために、教材を自由に触らせ、教師は核心に迫ることは何も言わずに見守る事が肝要である。これは裏を返せば、生徒が混乱しない矛盾のない教材を作る必要があるということになる。

4.2 見えてきた諸課題

現状、高校数学におけるBYOD活用のためのICT教材の乏しさこそが課題であろう。特に今回のようなICT教材を作成するには、少

なくとも50時間を要する。従来の「教材研究」に加えて、「開発スキル」+「作成時間の捻出」が必要になる。開発スキルには、論理演算・エラー処理などの専門スキルが必要で、個人レベルでのICT教材作成は、真夜中の作業となり困難を極める。年間で1, 2個ほど少しずつ作ることが出来れば及第点だろう。また、教員に求められるものが年々増え続け、教材研究さえも儘ならない現状がある。GIGAスクール構想を推進するためにも、この現実から誰も目を背けてはならないだろう。

いきいきと教材を操作する生徒たちを見て、探究心の芽生えを目の当たりにした。教材に「足場かけ」を適度に施した結果だ。探究心に繋がる教材の「足場かけ」について自分自身が探究し、さらに効果的なICT教材について今後も考えていきたい。

注釈*1：本研究のICT教材とは、数学の内容を探究するための教材を指す。共同編集アプリや掲示板アプリ、クイズアプリ等は除く。

注釈*2：本研究の探究活動とは、「総合的な探究の時間」で見られるような自ら課題を設定する探究活動とは異なる。数学の授業内の学習内容になるため、教師が設定した課題としての探究活動である。

引用・参考文献

- ・今井康晴（2008）「ブルーナーにおける「足場かけ」概念の形成過程に関する一考察」広島大学大学院教育学研究紀要 第一部 第57号 2008 pp.35-42
- ・中村好則（2015）「高校数学科におけるICTを活用した指導とその意義」岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第14号 pp.37-45
- ・宮崎県教育庁高校教育課 資質・能力育成研究会（2022）授業研究部門(数学) 令和3年度学習指導案①
- ・文部科学省（2020）「算数・数学科の指導におけるICTの活用について」