

【第133回数学教育実践研究会】フィジカルレポート発表

「継承と創造：安田氏の金言に学ぶ数学哲学 Part.1」

令和7年6月7日（土）レポート数実研

北海道旭川東高等学校 教諭 小川尚也

【過去の数実研レポート発表記録3回分】

2025/01/25 【数実研第132回】

「Fail early, Fail often で MoonShot!!! Part.2」

2024/11/30 【数実研第131回】

「Fail early, Fail often で MoonShot!!!/生徒が知的に熱中する方程式で MoonShot!!!」

2024年08月24日（土）【数実研第130回】

「授業は手術と同じ～発問・指示で MoonShot!!!」

1 はじめに

今回のレポート発表の内容は、「安田先生」についてです。これまでの経緯（敬意）を記載します。

昨年、2024年6月15日（土）北海道大学で開催された第129回目の数実研に参加し、レポート発表、最後の懇親会まで参加しました。懇親会では、たくさんの先生方や大学時代お世話になった安田先生と高校時代の恩師山本先生とお話することができ、とりわけ楽しかったです。そして、二次会では工藤教頭先生はじめ代表の長尾先生とも数学に関する貴重な話を伺うことができ、多くの学びを得られましたこと、心より感謝申し上げます。

今回は、題名に記載しているように、安田先生との勉強会で学ばせていただいた内容をまとめたレポートです。きっかけは懇親会会場を向かう際に安田先生に声を掛けていただき、

「今日のレポート良かったよ。安田との主張と通じるものがあると感じたよ。」

（文責：小川）

と懇親会に向かう最中に仰っていただきました。本当に嬉しかったです。
その後、懇親会で安田先生が私に

Zoom で週 1 回、勉強をしよう。」(文責：小川)

と言ってくださり、「解析教程という本がオススメやで。」と教えていただき、懇親会の最中に Amazon で購入しました。

そして、念願の勉強会を実現しました。現在も毎週 1 回オンラインで安田先生と輪番で「解析教程（上巻）(E.ハイラー/G.ヴァンナー著 蟹江幸博)」について勉強しています。

今回は、本レポートの題名にもある通り、安田先生との勉強会で学んだ内容をまとめたものです。

2 安田先生語録

安田先生との勉強会では、数学のことは勿論のこと、多様な知識、考え方、知見、そして多くの学びを得ることができます。この経験は私にとってかけがえのない財産となります。

ここからは、安田先生から頂いた金言を私なりの解釈を交えながら解説していきます。

1.1.4『多項式関数』

①代数が幾何を解く助けになるばかりではなく、幾何も代数を解く助けになる。

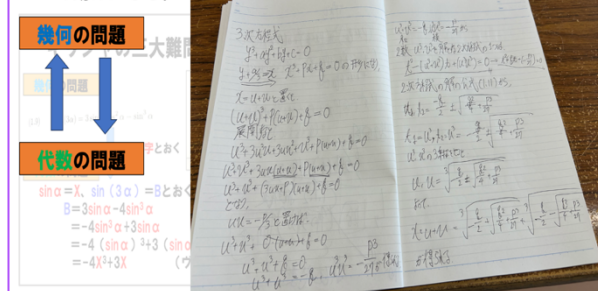


図 1.「安田先生との勉強会で使用した第 2 回目の PP」

(1) 「数学参考書の読み方について」

2 回目の勉強会時に「補問多項式」について、理解が進まずに手が止まってしまったことを安田氏にお伝えしたところ、氏はこう仰いました。

「もったいない読み方をしているね。」

今後、小川くんが新しい数学の参考書を読む時のコツを教えたるわ。

式を見て、左辺から右辺がわからないときは、右辺から左辺に見てもええよ。」

(文責：小川)

数学の参考書の読み方について新たな視点を学ぶことができました。実際に現在も解析教程を読み進める中で、理解が難しい箇所でも、左から右でだけでなく、右から左へと視点を変えて読むことで理解できることがしばしばあります。時間は要しますが、

このように両方向から読むこと理解度が深まることも増えてきました。この読み方について伺った際、私なりに別の解釈も考えました。

【小川の勝手な解釈】

「何かに躓いたり、上手くいかなかった時には、別の視点を持って行動すれば良い。」

氏から「読み方」について、教えていただいた際に勝手に頭の中で変換された上記の内容を仰ってくれたように感じました。（※これは小川の勝手なポジティブ解釈です・・・）

「上手くいかなかった時こそ、別の視点からアプローチし、実践すること。そしてそれ続けることの大切さ」を学びました。これは成長のチャンスだと捉え、常に多様な視点を持って、行動していこうと強く心に留めています。

（２）「数学の参考書の読み方について Part.2」

勉強会時、安田氏に「この文章についてどう思う？」と質問（発問）され、私は、「そう書いていたので、その通りだと思い、次の行を読み込み計算しました。」と返答しました。すると、氏は、こう仰いました。

「小川君、書いていないことこそが数学の勉強だよ。」（文責：小川）

と教えてくださりました。

現在、解析教程の教科書や教科書に省略されている部分に注目して読む習慣が身につきました。（※それでもわからないことがまだまだたくさんあります）

【小川の勝手な解釈】

探究の素材は何気ない一言や教科書・参考書に明記されていない部分にこそヒントがあるのではないかと。これこそが学びの本質である、と「課題の設定」の視点の幅が広がりました。

と考えるから教材研究の視点が少しですが、変わってきたように感じています。

現任校では、上記の視点を持って教材研究をしています。

(3) 「思考を言語化する大切さ」

勉強会での中盤、氏は突然、

「小川君、正弦定理、説明できる？」(文責：小川)

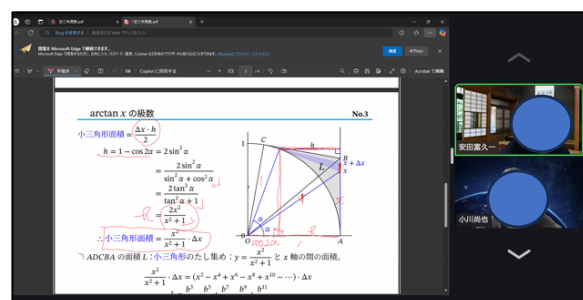


図2.「解析教程の安田先生の解説」

突然の質問（発問）にハッとしましたが、なんとか説明することに成功しました。

「説明して」と言われ、長々とせず、端的にシャープに説明することを心がけました。その瞬間、分かっているつもりでも、自分なりに言語化して、他者に説明できることが深い学びに繋がると考えました。これは、「授業でも活用できる！」と思い、授業の冒頭、生徒達がお互いに説明し合う授業パーツを導入する予定です。

(4) 「数学を学ぶ意義」

「数学をしっかり勉強したら詐欺被害とかなくなるのになぁ。」

勉強会の忘年会で中華料理を食べている時に、氏は上記の発言をされました。

その発言を聞いた時に衝撃が走りました。「数学的思考が日常生活に直結している！」と同時に、

【小川の勝手な解釈】

「見えない落とし穴を数と倫理で見破れ！」

を感じました。もっと数学的思考を活用する場面、特に日常生活を題材とした探究的な学習の教材研究を進めていかなければならないと強く思いました。氏の発言は、ぐるぐるの図の「日常生活」にもっと焦点し、授業実践する。私自身、探究心を持って、教材研究、実践、修正、を繰り返していきます。

(5) 「格好良い生き方」

私が解析教程のページで分からない内容について質問した際、氏は次の回答されました。

「それは、安田もわからん。(文責：小川)」

私は純粋に「えっ！安田先生もそんなこと言うんだ！」と心の中で驚きました。同時に見栄を張らず、堂々と言う姿がとても格好良いとも思いました。

【小川の勝手な解釈】

見栄を張らずに堂々と言い切る姿は格好良い。年齢を重ねても、そんな大人になりたい、と強く思います。

(6) 「**数学で大事なこと**」

数学で大事なことは、形はなるべく崩さないこと。(文責：小川)

これは、計算過程を振り返る際や、問題の規則性を考える際に、形を崩さない方が本質を発見できることがある、という意味だと解釈しました。

【小川の勝手な解釈】

「自分らしさ」や「信念」という「心」はぶれずに変化と向き合うことが必要である。

数式や人生も、どんなに変形(変化)しても、本質的な意味や価値を保ち続けることの大切さについて、深く考えるきっかけになりました。

3 授業実践

今回の授業実践は解析教程で学んだ思想を基にして実践しました。
安田先生との勉強会で探究的なエッセンスを多く学んだこともあり、その内容を含めた2つの授業実践です。

(1)思考を言語化させる授業実践

現任校では、復習プリントに取り組んだ後、ペアを組ませてお互いに確認事項や問題を出題し合う時間を2分設けています。

授業冒頭、生徒には次の指示を出します。

指示：「ペアを作ります。2分間、前時の内容を確認、問題を出題しなさい。」

授業の最中にも、「なぜ、そう考えたのか？」について生徒同士と交流し、協働的な学びを実現する環境を作っています。

生徒達は楽しそうに前時の学習内容をアウトプットしています。
これは私自身が勉強会で安田氏に「説明して」と言われた経験から、言語化するには、十分な知識が必要であり、曖昧な箇所を理解するためにも必要な時間だと考えています。

(2)「二次関数のグラフの特徴を探究する」授業実践

現任校で、二次関数のグラフに関するガイダンス授業（中学校の復習）を行いました。ただ一方的に説明するとつまらないと感じました。グラフの凹凸、開き方、頂点などは中学校で既に学習している事項のため、現指導主事 杉本拓也（※レポート発表時は札幌啓成高等学校教諭）の『札幌啓成 理数科の探究型授業について～探究で知的好奇心と学力伸びたのでオススメだよって話～』（第 129 回数学教育研究実践会レポート）のレポートを参考に、探究的な学びを実現するために次の指示から授業を開始しました。

指示：「グラフ描画ソフトを用いて、二次関数の係数の数字を好きに自由に入力してごらん
なさい。5分。気づいたことは、ノートに逐一メモします。」

二次関数を自由に探究する授業実践を参考に上記の指示を生徒達に促しました。
生徒の興味・探究心を尊重し、グラフ描画ソフトを活用して学習の個性化を促進しました。

次に二次関数のグラフの特徴で分かったこと、気づいたこと、分析したことなどを
スプレッドシートに入力させました。（写真1）

次の写真が生徒達の創作問題になります。（※現時点では、中学校の二次関数の知識、関数の値の求め方、グラフの象限しかわからない状態で創作しています。）

名前	2 次関数のオリジナル問題を入力しよう！！
	x^2+4x-3 の値が5となるxを求めなさい
	下に凸、上に凸の形状になるときのaの値はそれぞれどんな数か
	関数 $f(x)=2x^2-5x-3$ において、 $f(a)=-9$ となるaの値は存在する？
	$f(x)=5x-2$ について、 $f(0)$
	$y=ax^2+bx+c$ において $a=1$ $b=-16$ $c=64$ のグラフはどちらの向きにひらくか。 y が0のときのxの値は
	$f(x)=3x^2-6x+8$ の頂点は第何象限に当てはまるか
	$y=x^2+1$ のグラフをx軸方向に1ずらしたグラフの式はどうなるか。 $y=x^2+1$ とx軸について対象なグラフの式はどうなるか。
	$y=a^2x^2-49$ のグラフは座標（1、147）を通る時、aの値は？
	$y=x^2+5$ のグラフのyの最小は？
	$f(x)=3x^2-2x-4$ のy切片は？
	$y=f(x)$ $f(x)=ax^2+bx+c$ において、xの切片の値の絶対値がそれぞれ等しくなる時、bの値はどのようなになるか？ただし、グラフがx軸に交わらない場合はない時とする。
	$y=2x^2+3$ のX軸について対称なグラフの式
	$y=-x^2$ のグラフの曲線の形状は上に凸か、下に凸か
	$y=2x^2+x+3$ のグラフは上に凸か、下に凸か
	$y=2x^2+3$ は $y=2x^2$ のグラフからどの向きにいくつ動くか
	aが正の数の場合xが減り続けるとyも必ず減り続ける ☐ か ☒ か
	関数 $y=x^2$ のyの最小値は。
	グラフが原点を通るとき、bとcの値はどうなるか。
	$y=-x^2+x-1$ のとき下に凸、上に凸のどちらになるか
	$y=\pi x^2$ は上に凸か下に凸のグラフのどちらか
	$y=ax^2$ において、 $a>0$ のとき、グラフは上に凸か、下に凸か
	$Y=-ax^2+bx+c$ $a>0$ のとき、上に凸のグラフと下に凸のグラフどちらになるか
	$y=-5x^2+30x+90$ のグラフは上と下のどちらの向きに開くか？ また、90の部分の数が小さくなるとグラフはどう動くか？
	$y=2x^2+5x+1$, $y=20x^2+5x+1$ どちらの方が細い？？
	$f(x)=ax^2+bx+c$ において、 $a=-1, b=4, c=-4$ のときのグラフを図示せよ。
	グラフが下向きになるときの性質は何でしょう
	頂点(-1,-4)のとき、グラフはX軸、Y軸に対してどの位置にあるか
	a、b、cを負の数にするとグラフは上と下どちらになるか
	$y=ax^2+bx+c$ のグラフで $a>0$ のとき、グラフは上下どちらに凸するでしょう？？
	$y=3x^2+4$ の切片は何
	aが負の数のときどちらに凸するか
	$y=ax^2$ について、 $a>0$ のときxの値が（ ）すると、 $x\leq 0$ の範囲でyの値は減少し、 $x>0$ の範囲でyの値は増加する
	$y=2x^2+4x+6$ のグラフにおいて、間違っているものを以下から全て選べ ①上に凸 ②原点を通る ③y軸上(0 . 6)で交わる
	$y=2x^2+3$ のグラフは原点を通るか。また、x座標が-5のときのこのグラフ上を通る点は、どの象限に属するか。
	二次関数のグラフ $y=x^2$ のグラフの原点を上へ2動かすには式をどのように変化させるか
	$y=-2x^2+5x+1$ は、原点からスタートするか、またこの放物線は上に凸のかたちになるか
	頂点が(2, -3)のとき、「 $y=(x-2)^2+c$ 」のcに当てはまる値
	aの値が2から4になった時、グラフの幅はどう変化するか。

写真 2 : 「生徒達が 2 次関数のグラフの特徴について創作問題」

生徒達は楽しそうに知的に熱中しながらデジタルツールを活用し、協働的に創作問題を取り組んでいました。あちこちで問題について熱中して議論が続いている様子でした。

ある女子生徒達は、協働的な学びから新たな問いとして、「グラフと軸との交点を二次方程式で解くと解けるかもしれない」と課題を設定して、問題解決をする姿も見られました。

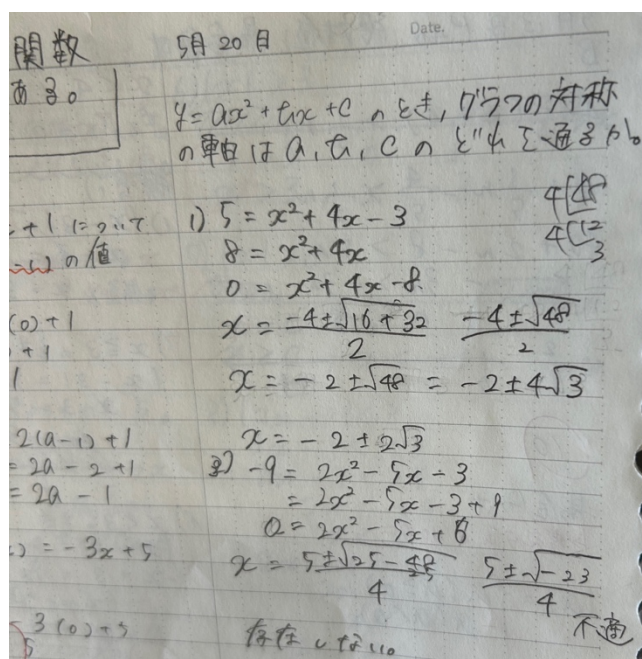


写真3：「創作問題を通じて、シンキングサイクルを回している時のノート」

今回の探究的な学びの授業の組み立ては次のように設計・展開しました。

【1 課題の設定】

グラフ描画ソフト（デジタルツール）を使って自由に式を入力し、グラフの形や変化に着目して「どんな特徴があるのか」を探究する課題を提示。

【2 情報の収集】

生徒は気づいた特徴や式のパラメータとグラフの関係について、スプレッドシートに記録・共有。

【3 整理・分析】

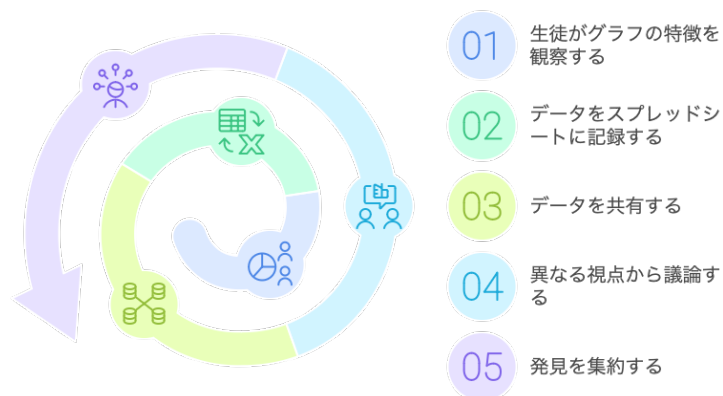
収集したデータをもとに、二次関数の一般的な性質（軸、頂点、最大・最小、対称性など）を分析し、法則性を見いだす。

【4 まとめ・表現】

得られた知見を活かして、オリジナルの二次関数の文章題や応用問題を創作し、主体的・対話的で協働的の学びの実現。さまざまな視点による考察を共有する活動へと深い学びへ発展。

さらに「課題の設定」、「まとめ・表現」についてはそれぞれ次の探究サイクル（シンキングサイクル）が授業の心臓部となり、サイクルが回ると考えています。

探究サイクル 「課題の設定」



探究サイクル 「まとめ・表現」



図3：「本授業実践の心臓部となる^{シンキング}探究サイクル「課題の設定」と「まとめ・表現」

—図解生成 AI NapkinAI で作成しました—

本授業実践における^{シンキング}探究サイクルについては、生徒一人ひとりがグラフの特徴に対して新たな問い（課題の設定）を立て、観察・考察を通じて得た気づきを、デジタルツール（スプレッドシート）を活用してクラウド上に記録していきます。このように可視化された思考の軌跡は、他者の視点から学ぶことで新たな問いを生み出し、クラウド上で他者参照や生徒同士の対話的を通じて、自己調整を促しながら深い学びへと繋がります。その学習プロセスを経て、生徒はより深い数学的な見方・考え方に基づいた問題創作へと挑戦します。生徒の探究心が協働的な学びや、個別最適な学びと学び合いが両立することで、知的に熱中する学習環境が実現されたと考えています。

4 成果と課題

授業アンケートから、今回の探究的な学習の授業感想は次のようになりました。
「5 とてもわかりやすかった」が20人、「4 わかりやすかった」が3人、「普通」が1人、約8割以上の生徒達が探究的な学びに満足していると感じました。

授業アンケートから、成果として、生徒が自ら問いを立て、クラウドで思考を可視化・共有し、対話的に深め合うことで、数学的な見方・考え方が豊かに育まれた点が挙げられます。個別最適な学びと協働的な学びが交差することで、知的な好奇心が自然に引き出される探究的な学習環境が実現することができました。

実際に行った授業実践の回の生徒達の感想は、【探究的な学びの感想 Forms】をクリックするとスプレッドシート（閲覧専用）にアクセスできます。

[【探究的な学びの感想 Forms】](#) は←※こちらから閲覧できます。

一方で、課題としては、探究的な問いや問題創作において、思考の方向に迷う生徒が多くみられたことです。自由度の高い学びには的確なナビゲーションが不可欠であり、私の介入が圧倒的に不足していたことを意味します。また、現任校では、予習や塾に通っている生徒が大多数を占めるため、生徒他一人一人の既存の知識量も異なり、学習範囲から若干ズレる問題も散見されました。学習プロセスの評価や共有の仕組みが弱く、達成感や手応えを十分に引き出せなかった点も浮き彫りとなりました。

今後の探究を支える問いかけやリフレクション支援の工夫が今後の鍵と考えています。

今日の授業内容は分かりやすかったですか？※5段階
24件の回答

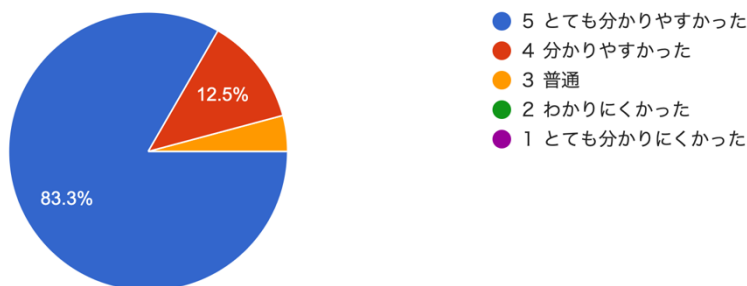


図4：「本授業実践の授業感想 Forms」

5 最後に・・・

今回の授業実践についても、安田先生との勉強会から、たくさんの探究的のエッセンスを学び、実践したものです。ある日の勉強会終了後、安田先生から一通のLINEが届きました。勉強会始めた序盤は問題が解けなくて逃げたい気持ちもありましたが、安田先生のわかりやすい解説や激励のおかげで、なんとか現在も勉強会を続けられています。本当にありがとうございます。そして、以前よりかは解析教程の内容を読み込み、理解できる部分が多くなってきました。（※思い込みかもしれませんが！）

安田先生、忙しいのにも関わらず、いつも優しく数学を教えてください、本当に感謝いたします。ありがとうございます。

2025年の5月中旬の勉強会にて、安田先生は私の説明を聞いて、次の言葉を仰っていました。「今日の小川君を見ていると、論語の言葉を思いだすね。」

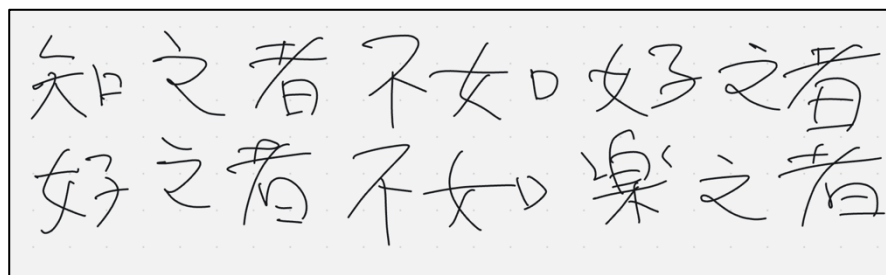


写真4：「安田先生からプレゼントされた論語の言葉（孔子（『論語』岩波文庫 84 頁引用）

口語訳の意味は、「**物事を理解し知っている者は、それを好んでいる人には及ばない。物事を好んでいる人は、それを心から楽しんでいる者には及ばないのだよ。**」です。

とても嬉しかったです。私は授業が大好きです。授業が好きで、夢中で授業を創っています。数学の授業も勿論好きですが、とりわけ『授業』が好きです。

今後も「自分の授業だったら、どうカスタマイズするか？」という視点で日々授業を見学しています。生徒の事実をもとに授業改善を行い、授業をブラッシュアップして、生徒達にとって、よりよい授業を創っていきます。

最後に、安田先生が勉強会の際に、次のことを仰いました。今の私の信条の一つになっています。

数学力が加速的に成長する方法は、数学で□□こと。（文責：小川）

問題です。□□には何が入ると思いますか？二文字です。

今回の授業実践も上記の言葉を参考に教材研究、授業設計を行いました。

これで、今回の研究発表を終わります。ありがとうございました！！

（※もう一本のレポートは、探究的な学びに特化しています。）

6 参考文献/生成 AI

・『解析教程（上巻）』（E.ハイラー/G.ヴァンナー著 蟹江幸博）／・『札幌啓成 理数科の探究型授業について～探究で知的好奇心と学力伸びたのでオススメだよって話～』（第129 回数学教育研究実践会レポート/札幌啓成高等学校 杉本拓也）／・『図解生成 AI NapkinAI』

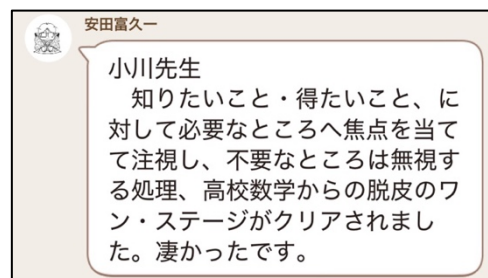


写真3：「安田先生から送られてきた LINE」