

中学校高等学校数学における「アウトプット学習」による思考力向上の開発と実践

～数理探究の実践と理系選択生徒の増加に向けて～

門 晋平 神戸山手女子中学校・高等学校

1. はじめに

近年、高等学校での理系選択をする女子生徒の割合が増え、各学校でもSSHなどや理系分野に特化した取り組みが増えてきた。その結果、2022年度に文部科学省が取りまとめた教育未来創造会議「第一次提言」を受けて、大学進学においても人材需要に対応するための学部再編と理系女子学生の活躍促進が高校教育でも重視されている。各大学でも理系学部拡充の動きが活発化しており、現在、文部科学省は大学の理工農系分野を拡充する支援事業に、公立と私立大62校が理系の学部や学科を新設する計画しており、大学の理系転換へと動いている。

本校でも理系選択推進のため数学の授業内で演習を行う際、インプット学習とアウトプット学習のバランスを重視し、正しい解法へのプロセスを考える授業を展開している。インプット学習では生徒が基礎学力を身につけるためにAI教材として『Qureous』、『デキタス』を活用し自己調整学習を行い、AI教材での課題や学習取り組みシートなどを用いて個別最適化（アダプティブ・ラーニング）への道筋を立て、思考力・判断力を養っている。アウトプット学習では理数分野の学力と興味、関心を向上させるため生徒の「なぜ?」「どうして?」を数学の授業で引き出す。ポスターセッションなど大判ロール紙やプロジェクタを活用し、グループワークや探究活動など協働的な学びを通して数学の問題解説や良問紹介などの発表し表現力の養成を重視した取り組みも行っている。

さらに、「理系女子を増やそう!」をコンセプトとして令和3年5月に新設したデータサイエンス部の生徒と教員が協力し、公式のSNSに生徒によるポリドロンなどの教具を用いた動画や数学の解説動画を投稿した。そして、視聴者の分析ならびに生徒自身の創造する力と表現する力の向上を軸とし、数理探究への興味、関心と女子高校生の理系選択生徒の増加、私立学校の中高一貫教育と女子校教育の発展を目的としている。

2. 研究方法

本研究では、以下の4点を軸に実践を行った。

- イ) 有用性の高い数学教育を目指し授業の問題演習や課題では、主にICT機器・AI教材、中学校では『KAPLA』・『ポリドロン』などを活用し、「数学的な見方・考え方」を働かせる授業を行い、効果的な教材作成を目指す研究。
- ロ) 授業における解説の過程についてクラス内で評価や課題を取り上げ、教員の授業改善方法を研究。
- ハ) 「主体的・対話的で深い学び」のなかで、1・2の課程を踏まえながら、数学的な知識や技能を磨く問題演習や、数学的活動のプロセスをまとめ、問題の有用性の考察や授業内で討論し、授業の質の向上と数理探究への理解を研究。
- ニ) 学校公式のSNS内に生徒が探究授業内で作成した解説や成果発表を、編集し動画にすることで学校内外へ発信し、数学を学ぶことの良さを知ることを目指し、女子校での数学教育の発展、生徒が事象を数学的に考える資質・能力を育成する研究。

3. 実践報告

(1) 生徒が効果を実感できる教材づくり

研究に先立ち、4月に全生徒に対して数学の学習状況の確認を行うアンケートを実施した。いくつかの項目の中で「いままで数学授業を受けて、学力が上がったという実感した体験があるか」新高校1年生84名にアンケートを取ったところ64%の生徒が「ない」と回答した。

また、本校の実施した授業満足度アンケート(表1)の数学・情報においても、「自分の学力(技術・知識)は伸びていると実感する。」の項目が第1回目と第2回目の数値上昇がみられないことから、授業教材から「教育内容の見える化」「教育効果が見える化」を図った。

		数学・情報科	
		第1回	第2回
この授業はよく分かる	あてはまる	41.1%	42.9%
	ややあてはまる	41.6%	41.4%
	あまりあてはまらない	14.3%	12.6%
	あてはまらない	3.0%	3.0%
自分はこの授業に意欲的に取り組んでいる	あてはまる	41.3%	46.5%
	ややあてはまる	31.9%	40.4%
	あまりあてはまらない	10.3%	10.0%
	あてはまらない	2.6%	2.3%
この授業を受けて、この教科に対する興味・関心が高まった	あてはまる	40.8%	41.2%
	ややあてはまる	40.8%	41.2%
	あまりあてはまらない	21.0%	18.2%
	あてはまらない	6.3%	6.8%
この授業では、適切な課題や宿題が出されている	あてはまる	48.7%	51.0%
	ややあてはまる	36.6%	37.6%
	あまりあてはまらない	10.7%	8.1%
	あてはまらない	4.0%	3.3%
この授業を通して、自分の学力(技術・知識)は伸びていると実感する。	あてはまる	38.9%	38.9%
	ややあてはまる	41.7%	42.4%
	あまりあてはまらない	15.4%	14.9%
	あてはまらない	4.0%	3.3%
この授業の内容や使われている教材のレベルは、自分に合っていると思う。	あてはまる	40.8%	45.7%
	ややあてはまる	44.5%	39.6%
	あまりあてはまらない	11.2%	10.9%
	あてはまらない	3.5%	3.8%

表1 授業満足度アンケート

① ICT 機器・AI 教材

生徒の成績の実感として自己調整学習の一環として「タイムマネジメントシート」「リフレクションシート」などICT機器を用いて個別最適化への道筋を立て、個別最適課題を授業内で取り組ませた。実践方法については、以下のとおりである。

・定期考査ごとにA問題(基礎)B問題(標準)C問題(応用)に分けて点数を出す。

・毎日の課題の取り組みを計画し可視化する。

生徒の取り組んだ内容(資料1)のように、定期テストの点数をA問題(基礎)、B問題(標準)、C問題(応用)に分けて作問し、生徒自身がつまずいた部分を理解するためにシートに書き出す。

また、次回の定期テストに向けて学習計画シート(資料2)に1週間ごとに書き出し、1日ごとの達成度を生徒自身で評価する活動を毎朝のHRにて5分間ほど取り組ませた。

この取り組みにおいて生徒には最適な課題、学習方法を見つけていく。「学習計画シート」「リフレクションシート」など生徒が評価したものはiPadの「ロイロノート」に提出し、教員が毎回チェックを行った。

教員は必ず生徒自身が評価したシートに対してコメントを書き、アドバイスや意見交換をすることで生徒の思考力・判断力を引き出した。

・毎時間授業内での小テストの実施

各授業で取り組んだ内容をAI教材『Qurcoous』、『デキタス』などで課題に取り組ませた。クラス全体では共通の課題を設定し、生徒の学習状況と定期テストの状況に応じた課題を生徒ごとに設定(資料3)させた。特に共通の課題は定期テストのA問題(基礎)と関連付け毎時間小テストを実施し、「基礎を固めれば定期テストでも点数がとれる」(表2)という意識を芽生えさせられるものとなった。

時間	学年	科目	内容	タイプ	スコア
15:31-15:31	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	50
15:31-15:32	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	40
15:32-15:32	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	50
15:32-15:34	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	50
15:34-15:35	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	50
15:35-15:36	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	30
15:36-15:36	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	50
15:36-15:37	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	40
15:37-15:37	中学3年	数学	円と直線	○小チェック	50
15:37-15:46	中学3年	数学	円と直線	基本問題	50
15:48-15:54	中学3年	数学	円と直線	基本問題	80
15:55-15:59	中学3年	数学	円と直線	チャレンジ問題	50

資料3 個別最適化課題の例

資料1 リフレクションシート

資料2 学習計画シート

中1				中2				中3			
科目名	数学	数学		科目名	数学			科目名	数学		
小テストの相関	0.79	0.78		小テストの相関	0.76			小テストの相関	0.8		
前回の相関	0.64	0.54		前回の相関	0.86			前回の相関	0.87		
高1				高2				高3			
科目名	数学I	数学I	数学I	科目名	数学A	数学A	数学A	科目名	数学A	数学A	数学A
小テストの相関	0.83	0.83	0.75	小テストの相関	0.81			小テストの相関	0.85	0.63	0.62
前回の相関	0.87	0.79	0.80	前回の相関	0.80			前回の相関	0.77	0.45	0.44
高2				高3							
科目名	数学II	数学II	数学II	科目名	数学B	科目名	数学III	I A	II B		
小テストの相関	0.70	0.71	0.65	小テストの相関	0.77	小テストの相関	0.34	0.67	0.84		
前回の相関	0.75	0.85	0.75	前回の相関	0.53	前回の相関	0.77	0.46	0.65		

表2 定期テストと小テストの相関

② KAPLA・ポリドロンなど図形教具 ～学びの場を広げる～

中高一貫校での学びは、大学進学における女子の理系選択をする上で重要であり、特に中学校での学びは「数学的な見方・考え方」を身につける学習を重視した。ICT 機器・AI 教材を用いて、学習時間の伸長と学力の向上を目標として 2022 年度より「神戸山手 STUDY CUP」(写真 1) を設けた。他に数学の授業内で KAPLA・ポリドロンなど図形教具を用いて空間把握能力、理解力、表現力、さらに 2023 年度に新設したグローバル探究コースでは英字教材を用いて語学力も同時に磨く教材と作成となった。多角的な学習により、数理分野への興味、関心を引き出した。



写真 1



写真 2

中学生の理数学習課程で生徒たちに身につけた思考力、判断力、表現力の向上は、校内での評価だけでとどめるべきではない。今後、大学受験や探究活動など進学先での評価として結果を出すためには外部での活動・評価が必須事項となる。今年度は校内で選抜した中学生 3 名を「数学・理科甲子園ジュニア 2023」(写真 2) に出場させた。結果として、順位は奮わなかったが、日々の学習の成果を校内の生徒間で評価し合い、さらに他校と学習の成果を競うことで生徒たちの自信や主体的に学習するモチベーションを高めたようであった。

(2) 評価や課題を取り上げ、教員の授業改善方法

・360° カメラの導入

実践の中でさらなる理数分野の学力と興味、関心を向上させるため、関西国際大学の協力のもと、授業のフィードバックをする手法を取り入れた。生徒の評価活動は、自己の取り組みだけではなく、教員を含めた授業の中でも、学習姿勢の振り返りによる意識付けと学習習慣の定着が目的である。

指標については次の通り、①自己評価の向上 ②振り返りコメントの具体化 ③学習姿勢の改善
高校生 4 のクラスで実施し、結果は以下の通り。

担当クラス	教科	5段階評価 (生徒) 1回目	5段階評価 (生徒) 2回目	出席状況	出席率	回答数	回答率
1	3 数学 I	3.5	3.9	20/26	77%	20	100%
1	3 数学A	3.8	3.8	22/26	85%	21	95%
1	4 数学 I	3.8	4.0	22/25	88%	22	100%
1	4 数学A	3.6	3.7	21/25	84%	19	90%
2	2 数学 II	4.6	4.6	20/27	74%	14	70%
2	3 数学 II	4.4	4.3	15/27	56%	13	87%

表 3 360° カメラを用いた授業評価

分析として、授業内での学習指示・協働的な学び・課題指示が明確に出来ている科目は、2 回目のほうが自分の行動を具体的に振り返るコメントが多く、自己評価の高い傾向である。「主体的・対話的で深い学び」のなかで、数学的活動のプロセスを授業内で振り返り、授業の質の向上につながった。

(3) 「主体的・対話的で深い学び」授業の質の向上

数学の授業内で演習を行う際、1 学期は従来のインプット学習、2 学期からグループワークを中心としたアウトプット学習、正しい解法へのプロセスを教員と生徒が一緒に考える協働的な学びを重視した。

また、理数分野の学力と興味、関心を向上、選択科目での理数探究の導入、生徒の「なぜ?」「どうして?」を引き出す事を目的とした高校 1・2 年生を対象とした理数探究の集中講座を実施した。本校で取り組んでいる探究活動と同様にポスターセッションなど大判ロール紙やプロジェクタを活用し、生徒の表現力を引き出す取り組みとなった。

1 学期から 2 学期にかけて数学の取り組みの変化をアンケートに取りまとめた (表 4)。

数学の授業で良かった点を1つ上げてください。(多かった意見を抜粋)	授業を受けて 学力が上がったという実感はありますか？				
グループワークすることでわからないところを聞きやすかったです	数学受講者170人	ない	少しある	ある	とてもある
EdTech教材で自分にあったペースで授業に取り組むことができた。	1学期	28%	51%	13%	8%
小テストが多いため勉強したところは忘れ難くなる。	2学期	25%	55%	13%	7%
	EdTech教材の取り組みについて、学習の助けになりましたか				
	数学受講者170人	役に立った	少し役に立った	あまり役に立たなかった	役立たなかった
	1学期	17%	52%	21%	11%
	2学期	23%	45%	26%	6%

表 4 数学の取り組みについてのアンケート

授業の良かった点にあるように、2 学期から数学の演習方法を置き換えることで生徒の数学への興味、関心を引きつけ授業の質も向上していることが数値から明らかとなった。

(4) データサイエンス部の成果と分析(2023 年 12 月 31 日現在)

昨年度から学校 SNS のプランディングと学校 SNS の運用を研究もしており、合計 52 本の動画を投稿し、内訳は Instagram 34 本 YouTube 18 本となった。集計結果は以下の通り(表 5)、Instagram フォロワー数昨対 164%、YouTube チャンネルの登録者数は昨対 120%、Instagram と YouTube を合わせた総再生回数は約 182 万回。Instagram の今年度最高再生回数は 83 万回であった。

	総再生数 アカウント数	1週間の総再生 アカウント数	フォロワー数	13~17歳 平均視聴率	35~55歳 平均視聴率
Instagram	1,796,553	1,310,122	1,323	39.40%	30.20%
YouTube	14,885	7,834	606	5%	31.10%
合計	1,811,438	1,317,956	1,929		

表 5 2023 年度 学校 SNS の集計結果

「理系女子を増やそう！」をコンセプトにデータサイエンス部と教員で動画コンテンツを制作し始めて 2022 年から 2 年目の活動で、再生数は大きく伸び、データサイエンス部の部員数も昨年よりも 21 名増加した。受験生や保護者の視聴数も向上しており、昨年に引き続き結果が出ている。

4. おわりに 今後の展望

数学の授業教材や学習方法をアウトプット学習に軸と据えた実践の結果、新高校 1 年生と新中学 1 年生の理系進学を希望する生徒数は 1 学期の 13 名から 2 学期には 31 名へ増加した。今回の研究で第一に ICT 機器や AI 教材の有用性について報告する。特に個別最適化(アダプティブ・ラーニング)への道筋を立てる点においては、AI 教材での自己調整学習だけでなく、生徒がプランニングシートを作成し、教員がチェックと管理を行うことで生徒のなかで学習へのモチベーションと学力向上の実感を持つことができた。また、数学の授業内で KAPLA・ポリドロンなど図形教具グループワークやプレゼンテーションなど協働的な学びを通して、主体的・対話的で深い学びを身に付けていくうえで大きな成果となった。第二に生徒自身の評価や課題を取り上げだけではなく、生徒と同時に教員の授業改善方法に取り組んだ。生徒が数学の授業に対して取り組みに自分自身で評価し、教員は授業の様子を第三者の視点である映像で振り返ることで、生徒の評価と教員の評価の差異を埋めながら 1 時間ごとの授業の質を向上させることができた点で成果があったと言える。

今後、本校の教育活動を伝え、理系女子の増加を進めていく上でデータサイエンス部のさらなる活動範囲を広げて、将来の理系進学を目指す生徒の姿を発信するだけでなく、複数の教具を用いた学校独自の教材づくりや授業展開が必要となる。「多様化した」学校教育の中で本校のグローバルコースでの理系進学、海外の大学でも通用する理数分野への知識を習得なども必要と考えている。この課題を実践することが私立女子校における理系女子が増加するものになると思案している。