

STEAM 教育を取り入れた美術科の授業実践研究

中村 賢太^{*1}

Practical research into arts education incorporating STEAM education

NAKAMURA Kenta^{*1}

(Received March 31, 2025)

キーワード：美術教育、中学校美術、STEAM 教育、構成教育、線織面

はじめに

STEAM 教育は、1990 年代にアメリカで開発されたもので、既存の STEM に art の「A」が加わり現在 STEAM 教育として日本でも様々な実践が行われている。日本の教育現場の中では、STEAM 教育以外に Society 5.0、GIGA スクール構想など情報化社会に向けて様々なキーワードが出てきており、児童生徒が将来社会で活躍するために情報をどのように取り扱うのかということが課題となっている。筆者は、既存の中学校美術のデザイン・構成の分野から STEAM 教育を取り入れ授業実践を行った。

中学校の美術のデザイン・構成の分野では線や点や図形など使用したりすることもあるため、数学とは親和性が高い。授業で取り扱った「線織面の構成」や「円の構成」は、数学の図形を応用して新たな図形や複雑な図形を描くことも可能である。逆に数学的な知識がなくても線だけで構成するため気軽に作品を制作することも可能である。

また、授業の中では、生徒がタブレットを使用し、表計算ソフトに数式を入れて様々な模様を構成していく。鉛筆や筆などを使う従来の美術教育でも十分に文部科学省の学習指導要領に則った知識・技能などが身につくことは可能である。しかし、創造性を伴った発想や構想の部分においては、タブレットなどの ICT 端末、数学的な数式など活用し、STEAM 教育を取り入れ学習者の発想力や表現方法の向上に繋がることが多い。

本稿ではこうした、創造性を伴った発想や構想などの表現について中学校美術の授業を通してどのような活動を行い実施したのか、そしてそれらの関連する内容について述べていく。

1. STEAM 教育について

1-1 STEAM 教育

STEAM 教育は、アメリカで始まった教育プログラムの 1 つで、各教科等の学びを基盤としつつも多様な情報を活用・統合し、問題・課題解決と社会的な価値創造を目指す学習プログラムである。STEAM 教育の「STEAM」は、Science (科学)、Technology (技術)、Engineering (工学)、Art (Arts) (芸術)、Mathematics (数学) の 5 つの頭文字を組み合わせた造語で、STEM 教育を前身としており、科学技術偏重の教育への反省から、これらの教育に芸術科目 Art (Arts) を加え、統合教育として展開を見せている。

Art (Arts) (芸術) の「A」の取り扱いに関して、STEAM 教育を提唱したジョーゼット・ヤックマンによれば、芸術としての「A」だけではなく国語、外国語などのコミュニケーション、社会の発展や倫理、リズムや協調性の学習を含む音楽や体育などを含むリベラルアーツ (Liberal Arts) を重視するホリスティック教育から着想を得ていたとされる。「A」を Art として視覚美術やデザインに限定する見方や Arts として複数の芸術関係の領域としてみなす考え方、Liberal Arts、Humanities を含む考え方など多様な考え方があり、今後も

* 1 山口大学教育学部附属光中学校

更に別の考えが増えていく可能性がある。

1－2 我が国における STEAM 教育

我が国の STEAM 教育では、海外の動向も見据えて、幅広い教育活動が行われている。文部科学省中央教育審議会答申「令和の日本型学校教育」の構築を目指して（2021）では、STEAM 教育に関して、教科横断的な学習の推進による資質・能力、文化融合による課題の発見・解決や社会的な価値の創造、情報活用能力に加えて芸術的な感性も生かし心豊かな生活や社会的な価値を創り出す創造性などの現代的な諸課題に対する資質・能力などを育成することが提言された。STEAM 教育の特性を生かし、実社会につながる課題の解決等を通じた問題発見能力の育成や、レポートや論文、プレゼンテーションなどの形式で課題を分析し論理立てで主張をまとめること等を通じた言語能力の育成、情報手段の基本的な操作の習得、プログラミング的思考、情報モラルなどに関する事などが提起されている。

中学校においては、発達の段階に応じて、生徒の興味・関心等を生かし、教師が一人一人に応じた学習活動を課すことで、児童生徒自身が主体的に学習テーマや探求方法等を設定することが重要であると示されている。また、STEAM 教育の推進に当たっては探求学習の過程を重視し、その過程で生じた疑問や思考の過程などを生徒に記録させ、自己の成長の過程を認識できるようにするとともに、社会に開かれた教育の観点から、学校内外の関係者による多様な視点を生かし、生徒の良い点や進捗状況など積極的に評価し、学習したことの意義や価値を実感できるように努めることが重要であるとされている。

2. 中学校美術のデザイン・構成の位置づけ

2－1 構成について

「構成」とは、昭和初期に確立された近代的な造形概念の1つである。その起源は、第一次世界大戦後の1919年、ドイツのワイマールに設立されたデザイン学校バウハウスでヨハネス・イッテンが担当した予備課程にさかのぼる。ヨハネス・イッテンの予備過程は、専門教育の前段階として、基礎教育をおこなうため設立されたもので、イッテンが「基礎的造形教育」の必要性があると考え開講される。具体的な内容として「自由な線のリズム」、「コントラスト」「色彩の多様性」「円・正方形・三角形等の基本図形の研究」など今日のデザイン教育の基礎となる内容が盛り込まれていた。

大正11年（1922）年秋、美術評論家の沖田定之助と建築家の石本喜久治がバウハウスを訪れ帰国後に雑誌に紹介している。その後、建築家の水谷武彦が昭和2（1927）年からバウハウスで留学生として学んでいる。水谷はドイツ語の「Gestaltung」の直訳である「造形」や「デザイン」の意味を受け継ぎつつ、より包括的な造形用語として「構成」と訳し現在の構成教育の源流となっている。その後、水谷からバウハウスの教育内容を直接伝授された川喜多煉七郎は、こうした新しい造形感覚の育成を「構成教育」と捉え、普通教育の基礎と位置づけた。

日本のデザイン基礎教育において「構成」は純粋な造形と位置づけられており、「造形感覚の育成や技能の獲得、さらには造形表現の価値の転換を図るような内容をめざした運動」であったとされている。構成概念は色彩、平面、立体、点、線、面といった「造形要素」と中学美術で履修することが多い、リズム、バランス、シンメトリーといった「構成美の要素」などによって実験的、芸術的表現の習得を目指し日本のデザイン教育に根付いていった。

2－2 デザイン・構成の中学校学習指導要領上の変遷

中学校美術科の昭和33（1958）年版学習指導要領では、「デザイン」が新たに加えられることになる。構成は、デザインとは別に、形体、色彩、材質感などによる構成練習を通して、調和の感覚を訓練し、絵画、彫塑などにおける表現やデザインの基礎的な能力を高めることを主としていた。自然物や抽象形を用いた「形の構成練習」が、「色や形などの基本練習」の中に示され「形の構成練習」の中では、美しい形を見いだしたり、創作したり、また造形の美的秩序を研究させるなどを目的とし「ア 自然物の形をもとにしたもの」と「イ 抽象形を基にした練習」に分けられた。「イ 抽象形を基にした練習」の中で、幾何学的な図形や好きな抽象形を基に基礎的な能力を育成することが記載されている。昭和43（1968）年版からは、構成がデザインの内容に組み込まれ、このころからデザインの基礎的学習であると受け止められる傾向が色濃くなつた。

そのため、絵画、彫刻の基礎練習としての部分は〔共通事項〕が平成 20 年学習指導要領に示されるまでいつたん切り離されることとなる。昭和 52 (1977) 年版では、「色、形などによる構成と伝達のためのデザインができるようとする」と示され、平成元 (1989) 年版では、「デザインの表現」に、様々な形や色を基に、配色などに工夫して構成させる指導、美的秩序を意図して構成させる指導が明示された。平成 10 年 (1998) 年版では、デザインや工芸の表現の中に、造形要素の性質や効果を理解して美しく構成したり、簡潔にしたり総合化したりするという表記を見ることができる。平成 20 年 (2008) 年版の学習指導要領からは、表現及び鑑賞の各活動において共通に必要となる資質能力が、〔共通事項〕という形で新たに示された。〔共通事項〕に関連する「造形要素」には「形、色彩、材料、光」などの文言があり、これらの「造形要素」は基礎デザインとも呼ばれ、構成教育について重要視されてきた学習内容である。「造形要素」点、線、面、形、明暗、テクスチャー、材料の要素が互いに組み合わされることによって、つまり構成することで多様な形態が生まれ視覚的効果及び触覚効果をもたらす。様式や形式を超えた、イメージの発現や享受のための共通的造形要素と視覚的言語獲得の重要性が示唆されている。形や色などの性質を理解し、イメージを豊かにはぐくむことが、視覚表現全体にわたって大切であることが強調された。

現行の平成 29 (2017) 年学習指導要領では、平成 20 (2008) 年版の学習指導要領から示された〔共通事項〕の造形要素の「形、色彩、材料、光」の部分が以下のようにより具体的に示されている。

- ア 〔共通事項〕のアの指導に当たっては、造形の要素などに着目して、次の事項を実感的に理解できるようにすること。
- (ア) 色彩の色味や明るさ、鮮やかさを捉えること。
 - (イ) 材料の性質や質感を捉えること。
 - (ウ) 形や色彩、材料、光などから感じる優しさや楽しさ、寂しさなどを捉えること。
 - (エ) 形や色彩などの組合せによる構成の美しさを捉えること。
 - (オ) 余白や空間の効果、立体感や遠近感、量感や動勢などを捉えること。

(「中学校学習指導要領（平成 29 年告示） 第 6 章 美術」より抜粋)

以上が、昭和 33 (1958) 年版学習指導要領から現行の学習指導要領までの変遷である。デザイン教育の必要性から構成が「デザインの表現」の中に組み込まれる時代もあるが、現在では、〔共通事項〕として構成が造形の要素として取り扱われている。

3. 実践事例

3-1 中学校美術の「線の構成」の実践事例 1

筆者は、構成の授業の中で線織面を生徒が手描きで行う授業を行っている。線織面は、数学の座標を使用し X 軸、Y 軸に均等に点を打ち、X 軸と Y 軸の点をつなぎ図 1 のように交差するように描くことによってできる模様である。線織面の模様を様々なパターンで組み合わせ、それらをボールペンで描くことによって作品を制作している。

図 2 は線織面を使用した生徒作品である。線織面の模様を重ねて繰り返し描いていった作品であり、X 軸と Y 軸の点の幅を狭くするほど難易度が変わってくる。また、ボールペンは複数の色を使用するので、色彩も制作で考慮する必要がある。

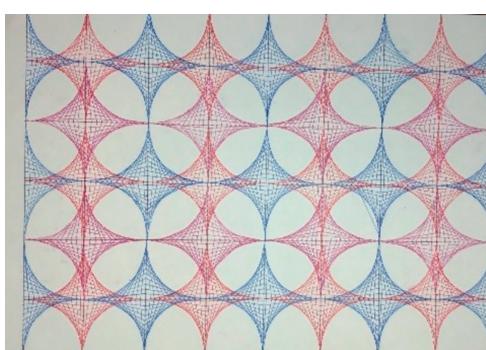


図 2 線織面の構成（生徒作品 1）

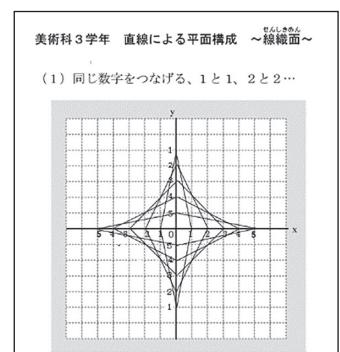


図 1 線織面の練習プリント
(一部抜粋)

図3は授業で使用している「円の構成の練習プリント」の抜粋である。ストリングアートとも呼ばれているが、円の中を均等に分割し点を結ぶことにより模様を構成する。図3のプリントで練習をした後に、円の中の点の幅を変化させていったのが図4の生徒作品である。中心には線織面の模様も入れており線織面と円の構成を併用しながら制作している。図5の生徒作品では、正三角形を利用し、その中に線織面を重ねるように描き、更に正三角形を6個つなげて描き正六角形を表現している。このように数学の図形をうまく組み合わせて幾何学文様を構成する生徒もいる。図6は、線織面のパツツを丸く並べ構成した作品である。(図7は図6の拡大図である。)

このように、授業の中で線織面と円の構成の2つの基本的な描き方を生徒に教えた後、生徒は線を自分で工夫しながら構成していく。

構成する模様を考えるときに、数学的な図形を応用し、模様の連続性から造形的な美しさを発見し作品を構成していく実践事例である。

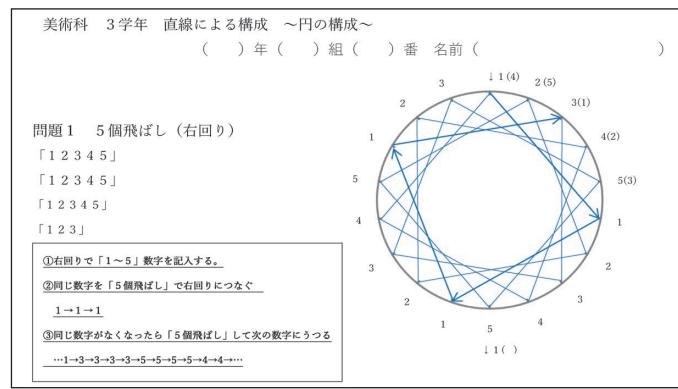


図3　円の構成練習プリント（一部抜粋）

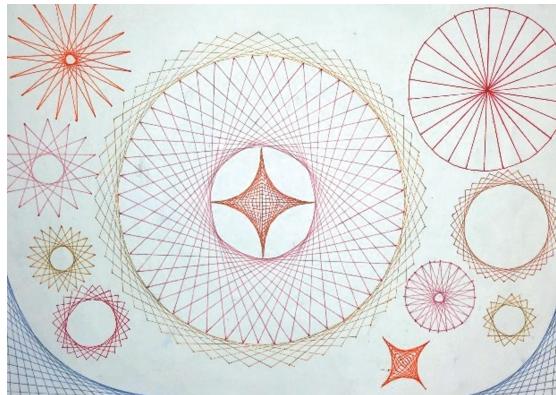


図4　線織面と円の構成（生徒作品2）

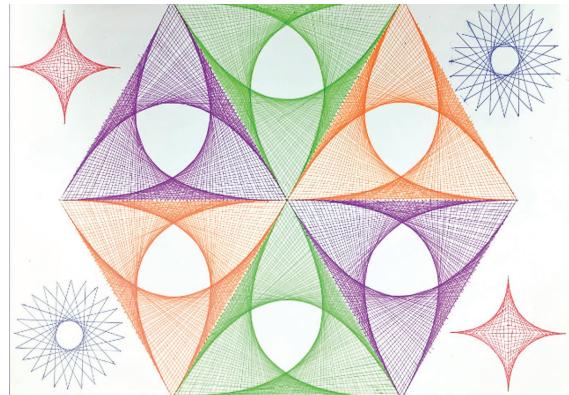


図5　線織面と円の構成（生徒作品3）

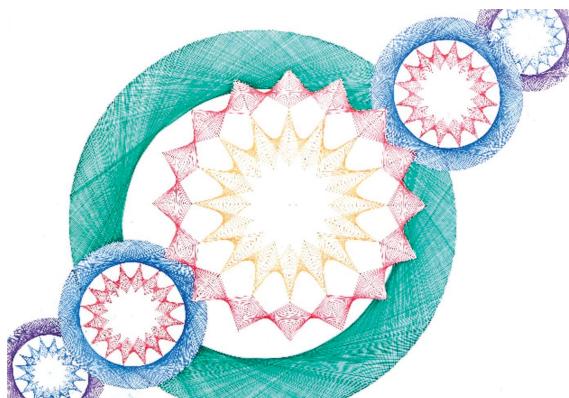


図6　線織面と円の構成（生徒作品4）

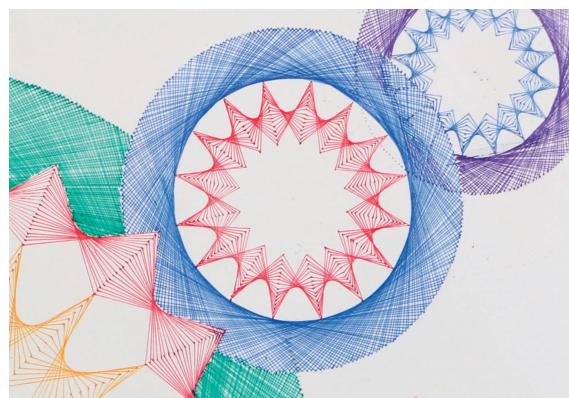


図7　生徒作品4（図6）の拡大図

3-2 中学校美術の「線の構成」の実践事例2

3-2-1 ICTを利用した「円の構成」の実践事例

構成の実践事例2としてICTを使用した実践事例を紹介する。

授業で実施した「円の構成」では、岡本健太郎著『アートで魅せる数学の世界』(2021)を参考に授業実践を行った。著書の中では、ストリングアート(String art)として紹介されている。

ストリング・アートは、釘に糸を掛けて模様を作る一種で「糸掛け曼荼羅」とも言われており、1970年代のアメリカで流行したが、その歴史は古く、1900年代初頭にオーストリアの哲学者ルドルフ・シュタイナーによる教育プログラム(後の「シュタイナー教育」)の中で実践されたものである。

岡本は、著書の中でExcelを使用しストリングアートを三角関数と散布図で表現している。図8は筆者がExcelの各セルに数式を入力し、岡本のストリングアートを再現した図である。n列、x列、y列、N列の4つの列があり、一番右のN列の2行目に任意の数値を入力すると図形が変化する。例としてN列の2行目の値を変えると以下のように変化する(図9を参照)。N列の値は、1~ 10^7 まで入力可能で、数値によっては同じ形になったり、類似の形になったり、円や五角形など、釘に糸を掛ける実際のストリングアートと同様の形をシミュレーションすることができる。授業の中では、Nの値を整数(正の整数)のみ取り扱ったが、少数、分数や整数(負の整数)なども入力することができ、同様の模様を構成することができる。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	n	x	y	N				
2		0	1	0	45	←ここに任意の数値を入力する		
3	1	-0.95106	0.309017					
4	2	0.809017	-0.58779					
5	3	-0.58779	0.809017					
6	4	0.309017	-0.95106					
7	5	5.51E-16	1					
8	6	-0.30902	-0.95106					
9	7	0.587785	0.809017					
10	8	-0.80902	-0.58779					
11	9	0.951057	0.309017					
12	10	-1	1.1E-15					
13	11	0.951057	-0.30902					
14	12	-0.80902	0.587785					
15	13	0.587785	-0.80902					
16	14	-0.30902	0.951057					
17	15	-3.4E-15	-1					

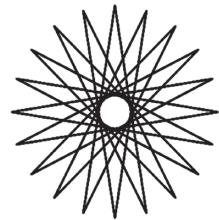


図8 ストリング・アート

岡本は、著書の中でExcelを使用しストリングアートを三角関数と散布図で表現している。図8は筆者がExcelの各セルに数式を入力し、岡本のストリングアートを再現した図である。n列、x列、y列、N列の4つの列があり、一番右のN列の2行目に任意の数値を入力すると図形が変化する。例としてN列の2行目の値を変えると以下のように変化する(図9を参照)。N列の値は、1~ 10^7 まで入力可能で、数値によっては同じ形になったり、類似の形になったり、円や五角形など、釘に糸を掛ける実際のストリングアートと同様の形をシミュレーションすることができる。授業の中では、Nの値を整数(正の整数)のみ取り扱ったが、少数、分数や整数(負の整数)なども入力することができ、同様の模様を構成することができる。



図9 ストリング・アート(様々なパターン)

3-2-2 問題点と解決方法

授業準備を進める中で、大きな問題点となったのがタブレット端末とアプリケーションソフトの互換性の問題であった。生徒に配布されているタブレット端末がアップル社製のiPadであり学校の情報端末の制約上、WindowsのExcelのアプリが使用できず、iPadに搭載されていたアップル社製表計算ソフトNumbersを使用する以外は手立てがなかった。表計算ソフトとしての基本的な機能は同じ両者であったが、散布図の表示方法がNumbersは異なるため、岡本版のストリングアートの計算式を入力するとエラーになってしまった。この問題点に関しては、設定方法を独自に調整することでExcelと同様の表示が可能になった。

またExcelの場合、N列の値は、1~ 10^7 まで入力可能であったがiPad版Numbersの場合1~ 10^{300} まで入力可能になり、図形の表示パターンが文字通り桁違いに表示されることが判明した。合わせて散布図の表示のデザイン変更がExcelよりもNumbersが多く、より造形的な表現の可能性が広がり、授業の内容もより充実したものにすることができた。

問題解決の段階で Numbers のアプリ以外にも解決方法を検討した。google 社の表計算ソフト「スプレッドシート」も同様に試行したが、散布図の表示が Excel と同様にはできなかった。現状では、散布図などを使用した図形を表計算ソフトで再現する場合、アプリケーションソフトの互換性において同様の表示や再現をすることが難しい事が判明した。

3-2-3 生徒の制作について

実践では、中学1年生を対象に総時間数4時間で授業を行った。線の構成について描き方を学習した後に、手描きではなくタブレット端末を使用し、線の構成を行った。タブレットで描くことで、生徒が形や色を自由に変更しながら模様を描くことができた。(2時間)

2時間の授業で表現方法の基本が理解できた後に、Numbers のアプリで作成したストリング・アートを生徒にデータ配布し、生徒は任意の数字の値を入力し偶然生まれた模様を制作していった。任意の数字を入れれば、模様はすぐに変更することができるため、最初は「4桁」、次に「10桁」の任意の数字を入力し、「数字が変わるとどんな形ができるか」を考えながら制作していった。数字を入力すると造形的に面白い数字もあれば、単なる線や円になる場合もあった。そして数字によっては同じ模様になる場合などがあり、形が変わる法則を探す生徒もいた。

授業が進んでいくと、条件を追加し、数字を入れるだけでなく、線の太さや、線の模様、背景も変更することができる事とした。

図10の生徒作品は、線の太さをできるだけ細くし、直線の散布図を曲線の散布図に変更し形を構成した。

図11の生徒作品は、線の太さをできるだけ太くし、直線の散布図から点線の散布図に変更し、背景の色をグラデーションに変更し構成した。

図12の生徒作品は、直線の散布図を点線の散布図に変更し、その点の1つひとつを文字変換し「*（アスタリスク）」の文字を入力し、まるで雪の結晶のような模様を構成していった。

授業では、タブレット端末に数字の値を入力することで正の整数だけでも円の構成のパターンが数多く存在し (10^{300} 通り)、生徒が簡単に模様を構成し、試行する事が可能である。造形的に面白い模様を探し出したり、興味が湧く図形を探し出したりして、そこから線の太さ、線の形、線の色、背景の色を変更する事ができる点がこの授業のメリットの一つといえる。

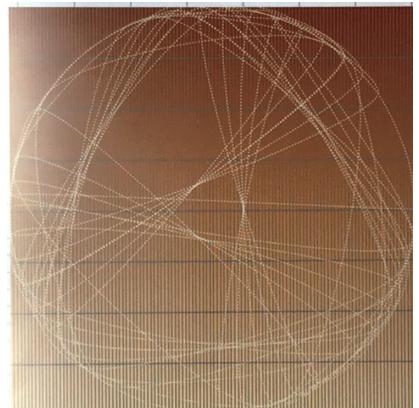


図10 円の構成（生徒作品5）

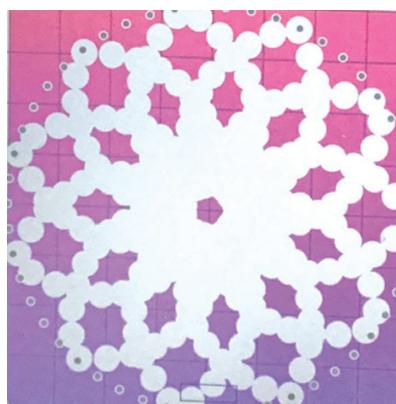


図11 円の構成（生徒作品6）

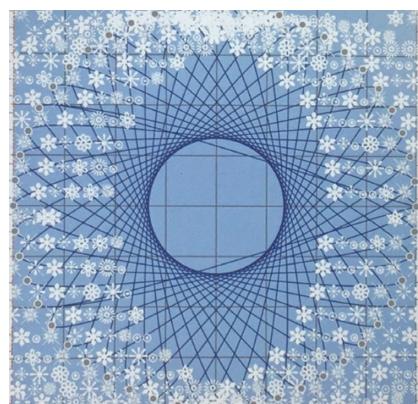


図12 円の構成（生徒作品7）

まとめ

本研究では、STEAM 教育を中学校美術の授業に取り入れて、生徒が創造性を伴った発想や構想などの表現について、美術以外の数学等の知識や技能を使用した授業実践を行った。

前述のとおり、美術のデザイン・構成分野では、数学的な知識や数式を使用することによって通常の美術では構成できない模様やイメージを制作することができた。

実践事例1のように手描きで線織面を描く時も、生徒の中には数学の正三角形、正多角形などを軸とした模様を制作することで、シンメトリーの模様が構成され、そこに様々な秩序だった色彩を配置することで鮮やかな色彩模様が出来上がっていた。ある生徒は、点や線による構成だけでなく、造形要素の色彩について構想を練りながら制作していた。また、生徒によっては、意図せずに構成した平面的な線織面の構成が、「立体の要素（もしくは立体的に見える）」作品が出来た場合もあった。

実践事例2では、タブレット端末で円の構成（ストリング・アート）を数式に値を入力することによって偶然できる模様を構成していった。実践事例1は、手描きで行うため、修正や途中からの模様の変更ができない。当初から予定していた模様しかできないが、実践事例2の数式に値の入力をすれば簡単に修正や模様の変更ができる、瞬時に模様が構成される。タブレット端末の種類やアプリケーションソフトの数式によって差はあるが、何万パターン、数億パターンの模様を瞬時に構成することは、手描きで1つの模様を数時間かけて描くものとは歴然の差である。また、今回使用したアップル社製のNumbersでは、高等学校で履修する数学の三角関数の数式を関数のシートの中に入れ模様を構成している。生徒の中には、造形的な線の美しさや面白さを探す生徒もいれば、数学的な見地から模様を予測し、数字の値を入力しながら数学的な規則性を探し出そうとする姿も見られた。今回の場合は、最終的に美術の構成として作品が完成したが、生徒の中には通常の美術の授業では行わない、数学的な知識や思考を活用しながら模様の予測する姿、思考する姿が見られた。

今回は数学的な観点を入れながら授業を行ったが、STEAM教育を中学校美術の中に取り入れることは、生徒の創造性を伴った発想や構想などの表現の幅がより広がる可能が高い。今後も実践を継続していきたいと考えている。

参考文献

- ・福田隆眞 福本謹一『美術科教育の基礎』建帛社 2024
- ・谷本尚子「構成主義と構成教育 ヴフテマスと日本の構成教育の比較研究」日本デザイン学会研究発表大会概要集 2014
- ・大橋功 『美術教育概論』日本文教出版 2009
- ・三井秀樹 三井直樹 『構成学のデザイントレーニング - デザインに活かす造形力』 六耀社 2017
- ・永関和雄 安藤聖子 『平成29年改訂 中学校教育課程実践講座 美術』 ぎょうせい 2018
- ・福本謹一 水島尚喜 『中学校新学習指導要領の展開 美術科編』 明治図書 2009
- ・藤澤英昭 水島尚喜 『図画工作・美術教育研究 第三版』 教育出版 1994
- ・岡本健太郎 『アートで魅せる数学の世界』 技術評論社 2021
- ・文部科学省 『中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 美術編』 2018
- ・福本謹一 「美術におけるヴィジュアル・リテラシー理論に基づくSTEAM教材のモデル化」
<https://kaken.nii.ac.jp/grant/KAKENHI-PROJECT-20K02824> (accessed 2025.3.30)
- ・文部科学省中央教育審議会答申「令和の日本型学校教育」の構築を目指して 2021