

数学教育と芸術の関連の検討

～大学生の意識調査から～

An Examination of the Relationship between Mathematics Education and the Arts

～From a Survey of University Students' Attitudes～

矢田 敦之*

高知大学教育学部*

本研究の目的は、大学生を対象に数学教育と芸術の関連性に対する意識調査を行い、数学教育と芸術との関連や教育現場での取組を検討することである。これにより、学生は、数学教育と芸術の関連を意識し、関心を持っていることや黄金比とパターンやシンメトリーを芸術に関連するものと捉えていることがわかった。また、学生は、数学教育と芸術を関連付けることは、創造性や問題解決能力の向上にも繋がるものとみていることがわかった。

キーワード：STEM教育、STEAM教育、数学教育、芸術

1. はじめに

近年、我が国のSTEM/STEAM教育は、「新しい時代の初等中等教育について」の諮問(中央教育審議会、2019)以降、特に教育界で話題となることが多くなり、その中で数学教育と他の分野、とりわけ芸術との関連が新たな教育アプローチとして注目されている(例：岡本、2021など)が、一般的には、数学教育と芸術は異なる分野に見える。これが「数学」と芸術の関連で言えば、これまでも議論されてきた。例えば、幾何学は古代ギリシャの芸術において重要な役割を果たし、近代のフラクタルアートやデジタルアートも数学的原理に基づいている。この議論には、当然、芸術の背後にある数学的理論という視点が欠かせないが、本稿では、「数学」を「数学教育」という教育の領域の中で捉えたときの芸術の関連を議論する。そこで、教員を志している大学生に数学教育と芸術の関連についての意識調査を行うことにする。

本研究の目的は、大学生を対象に数学教育と芸術の関連に対する意識調査を行い、その結果を分析することで、数学教育と芸術の関係や教育現場における取組を検討することである。

2. 数学教育と芸術の共通点

数学教育におけるパターン認識、対称性、黄金比などが芸術にいかされている。例えば、フラクタルや幾何学的な形状が芸術に大きな影響を与えていることはよく知られている(例えば、三井、1999)。数学的抽

象化と芸術的創造性の関連性は、数学教育と芸術の新しいアイデアやコンセプトの創造に貢献している。例えば、アートやデザインの手法を使って、複雑な数学的概念を視覚的に表現することによって学習者の理解が深まることがある。例えば、フラクタルやマンデルブロ集合のような複雑な数学的構造を視覚化することで、そのパターンや性質をより簡単に理解できる。また、グラフやチャートを使って関数や方程式を視覚的に示すことも有効である。

また、アートと数学はどちらもパターン認識に基づいている。アーティストは色、形、構図などのパターンを使って視覚的な美しさやメッセージを表現する。例えば、モザイクアートや幾何学的なデザインは、明確なパターンを持っている(松村、2019)。数学教育では、パターン認識は数列や関数、幾何学的な形状などを理解するための基本的なスキルである。例えば、フィボナッチ数列やフラクタルは自然界に見られるパターンを数学的に表現したものである。

数学教育の学習内容の中には「美しさ」が存在し、これにより、学習者は「数学の美しさ」を感得する機会が得られる。この「美しさ」の象徴である黄金比や対称性は、アートの世界で長く用いられていることはよく知られている。また、中高生は、教科書などを通して、数学と芸術がどちらもパターン認識や美の追求に関連している点を理解している。特に、幾何学やフラクタル、対称性などの数学的概念がアートにどのように用いられるかについて関心を示す中高生は散見される。さらに、数学が持つ論理性と、芸術が持つ情緒性にはギャップがありそうだが、数学者の

岡潔(2016)は、「数学とは情緒の学問である」と述べているように、「情緒」的である点で共通している。加えて、数学的な問題解決においても創造的なアプローチが必要とされることが多く、これを芸術的な発想で補うことができる点も共通している。

3. STEM教育における芸術の役割

STEM教育に芸術を関連付けることにより、創造的思考が涵養できる。科学や技術、工学においては、創造性が必要性であり、芸術はこれらの分野に対して貢献が可能である。また、筆者は、数学的美学は、芸術的表現に好影響を与えると考える。つまり、数学の美しさを理解することが、芸術に対する新たな視点を生み出すことに繋がるといえる。例えば、レオナルド・ダ・ヴィンチの作品は数学的な要素が多く含み、壁画「最後の晩餐」には、遠近法を用いて奥行きとリズムを表現している。

また、数学的な知識に芸術的な創造性が加わることで新たなものが創造される。例えば、3Dモデリングソフトウェアやプログラミングツールを使って、数学的な形状やパターンをデザインし、それをアート作品として表現する活動が可能となる。特にビジュアルに強い学習者は、芸術的な手法を使って数学的な概念を視覚化することに価値を見出すだろう。グラフィックデザインやデータビジュアライゼーション⁽²⁾を通して、複雑な数学的情報をより理解しやすくすることができると思われる。

4. 実践に向けたSTEAMカリキュラムの設計

数学教育と芸術を統合したプロジェクトベース学習がある。例えば、それは、SDGs（持続可能な開発目標）をテーマにしたプロジェクトを通して、学習者は数学的な分析や芸術的な表現を組み合わせ、現実の問題に取り組むことなどである(例：STEAM教育協会，2024)。

また、STEAM教育におけるカリキュラム設計に向けて、幾何学を使ったデザインプロジェクトや、アルゴリズムアートの制作を通して、数学教育と芸術を融合した学習体験がある。例えば、それは、デジタルツールやコンピュータグラフィックスを使った、数学と芸術の融合を促進する実践である。今後、コーディングやデジタルデザインを活用したSTEAM教育

を探れば、学習者のエンゲージメントが高まり、実世界の問題解決能力が向上することが期待される。また、異なる分野を横断することで、学びが深まる効果が生まれ、これにより、教育現場では、カリキュラムの変更や教員研修が必要となる。さらに、評価方法の開発も課題となる。

5. 数学と芸術の関連で期待される教育効果

STEAM教育は、学習者の創造性、批判的思考、問題解決能力を向上させると言われる。これは、数学的な厳密さと芸術的な柔軟性をバランス良く育むことで、複雑な問題に取り組む能力が、学習者に強化されることを示している。本稿では、こうした先行研究を踏まえたうえで、数学教育と芸術の関連付けが、いかに学習者の関心を引きつけ、学習意欲を高めるかを検証する。STEAM教育が多様な学習スタイルに対応し、包摂的な学習環境を提供する方法を論じる。数学と芸術の関連性が、実世界の問題解決にどのように応用できるかを考える学生もいる。デザインや建築、コンピュータグラフィックスなど、数学的知識が芸術的成果物に直接影響を与える分野に興味を持つ大学生は、その関連性を具体的に探求する傾向がある。数学と芸術が結びつくことで、教育の幅が広がると考える学生がいて、彼らは、従前からの数学教育が持つ硬直的なイメージから脱却し、より柔軟で創造的な学びが可能になることに期待を寄せている。また、現代の大学生は、学際的なアプローチを支持する傾向がある。例えば、環境問題の解決のため、環境科学だけでなく、経済学、社会学、政治学などの知識を獲得する。また、デジタル技術の進化に伴うデータサイエンスや人工知能の分野でも学際的なアプローチが求められている。数学と芸術を結びつけることで、異なる分野を横断する新しい学びの機会が生まれることに興味を持つ学生が多いと思われ、数学だけでなく、広範な知識とスキルを身につけたいという学生の増加が期待される。

6. 研究方法

A大学教育学部2年生で「初等数学科指導法」受講の56名を対象に質問紙調査を実施し、全員から回答を得た。この中に数学教師を目指す学生や数学教員免許を取得しようとする学生はいるが、この授業で

は少数であり、多くは、小学校教員か数学以外の中高教員志望者である。

6.1 実施日時と場所

日時：2024年7月22日（月）13:10～14:30（14:10～14:30の20分間）

場所：筆者が担当する「初等数学科指導法」の授業にて通常使用している教室

6.2 使用した質問紙

因子1「数学教育に対する意識」（3項目）、因子2「数学教育と芸術の関連性に対する意識」（4項目）、因子3「学習に対する態度」（3項目）の10項目を質問した。

6.2.1 因子1（質問項目1～3）の内容と回答

因子1「数学教育に対する意識」については、質問項目1「あなたは数学が好きですか。」質問項目2「あなたは数学を教えることは好きですか。」質問項目3「あなたは数学が他の分野（例えば、科学、経済、工学など）に役立つと思いますか。」を設定し、（4：よくあてはまる、3：ややあてはまる、2：あまりあてはまらない、1：全くあてはまらない）の4段階評定で回答を求めた。

6.2.2 因子2（質問項目4～7）の内容と回答

因子2「数学教育と芸術の関連に対する意識」については、質問項目4「あなたは、数学教育と芸術は関連していると感じますか。」質問項目5「あなたは、数学教育と芸術が関連する学びがあるとしたら、それに関心を持ちますか。」質問項目7「あなたは、質問項目6にある例をいかした授業を設計し実践したいですか。」については（4：よくあてはまる、3：ややあてはまる、2：あまりあてはまらない、1：全くあてはまらない）の4段階評定で回答を求めた。質問項目6「数学教育の概念や理論が芸術と関連する例として、次のどれを知っていますか。」（1. 黄金比、2. フラクタル、3. 幾何学的デザイン、4. パターンやシンメトリー5. どれも知らない）を複数回答可で回答を求めた。

6.2.3 因子3（質問項目8～10）の内容と回答

因子3「学習内容に対する思考や態度」については、次の3つの質問項目を設定し、回答を求めた。質問項目8「あなたは、数学の授業に芸術的な要素（デザイン、視覚的表現など）を取り入れることは有効だと思

いますか」質問項目9「数学教育と芸術の関連付けが、創造性を向上させると感じますか」質問項目10「数学教育と芸術の関連付けが、問題解決能力を向上させると感じますか」について（4：よくあてはまる、3：ややあてはまる、2：あまりあてはまらない、1：全くあてはまらない）の4段階評定で回答を求めた。

7. 結果と考察

7.1 因子別の結果と考察

因子1「数学教育に対する意識」（3項目）の平均値と標準偏差を表1のとおり示す。

表1 「数学教育に対する意識」の記述統計

項目	内容	Mean	SD
1	数学の好意性	2.59	.78
2	数学指導の好意性	3.02	.65
3	数学の有用性	3.25	.51

この結果から、学生は、数学の有用性を感じていることがうかがえる。また、この3つの質問項目はそれぞれ中程度の正の相関にあることがわかった。特に、数学指導の好意性と数学の有用性は $r=.59$ ($p<.05$) の正の相関にあり、STEAM教育の推進には、数学教育の好意性が至要であることがわかる。

因子2「数学教育と芸術の関連性に対する意識」の質問項目6を除く3項目の平均値と標準偏差を表2のとおり示す。

表2 「数学教育と芸術の関連性に対する意識」の記述統計

項目	内容	Mean	SD
4	数学教育と芸術の関連への意識	3.32	.64
5	数学教育と芸術の関連への関心	3.41	.53
7	数学教育と芸術の関連の授業設計と実践	3.09	.69

この結果から、学生は、数学教育と芸術の関連に対して意識していることがうかがえる。また、3つの質問項目はそれぞれ正の相関にあることがわかった。このうち、数学教育と芸術の関連への意識（質問項目4）と関心（質問項目5）は、 $r=.73$ $p<.05$ の強い正の相関にある。このことから、学生は数学教育と芸術の関連を意識し、しかも関心を持っていることがうかがえる。質問項目6「数学教育の概念や理論が芸術（美術、デザインなど）と関連する例として、次のどれを

知っていますか。」の結果は表3のとおりである。

表3 質問項目6の結果(複数回答可)

黄金比	52
フラクタル	20
幾何学的デザイン	35
パターンやシンメトリー	44
どれも知らない	4

χ^2 検定を行った結果、黄金比とフラクタルの間に有意な差があった($\chi^2_{(4)}=3.65, p<.01$)。また、パターンやシンメトリーとフラクタルの間にも有意な差があった($\chi^2_{(4)}=2.88, p<.01$)。このことから、黄金比とパターンやシンメトリーは身近であり、それが芸術と関連するものと捉えられている。

因子3「学習内容に対する思考や態度」の3項目の平均値と標準偏差を表4のとおり示す。

表4 「学習内容に対する思考や態度」の記述統計

項目	内容	Mean	SD
8	数学教育に芸術的要素導入の有効性	3.46	.74
9	創造性の向上	3.55	.69
10	問題解決能力の向上	3.43	.81

この結果から、学生は、数学教育に芸術的要素を導入することを有効と考えていること、数学教育と芸術を関連付けることは、創造性や問題解決能力の向上に寄与すると考えていることがうかがえる。また、3つの質問項目はそれぞれ強い正の相関にあることがわかった。このうち、数学教育と芸術の関連性が、創造性の向上に繋がる(質問項目9)と問題解決能力の向上に繋がる(質問項目10)は、 $r=.90, p<.05$ の強い正の相関にあることがわかった。つまり、数学教育と芸術を関連付けによって創造性は向上し、問題解決能力の向上にも繋がると学生は捉えているといえる。

7.2 因子間の相関の結果と考察

因子1と因子2は、弱い正の相関という結果であった($r=.32, p<.01$)。つまり、数学や数学教育の指導の好意性が、数学教育と芸術の関連に直ぐに結びつくものではないことを示している。

因子1と因子3は弱い正の相関という結果であった($r=.29, p<.01$)。このうち、数学教育の指導(質問項目2)と問題解決能力の向上(質問項目10)は中程度の正

の相関であった($r=.47, p<.01$)。ここから、数学教育の指導にあたって、芸術を関連付け、問題解決能力を向上させるという大学生の考えがみえてくる。

因子2と因子3は中程度の正の相関という結果であった($r=.48, p<.01$)。つまり、大学生は、数学教育と芸術の関連性と学習内容に対する思考や態度には一定の関係を見出しているといえる。

8. 結論

学生の多くは、数学の有用性を感得しており、STEM教育を推進するための素地を有している。数学の有用性の感得には、自分自身の数学指導の好意性が肝要となることがわかった。また、学生の多くは、数学教育と芸術の関連性に対して関心をもっていることが明らかになった。さらに、学生は、黄金比とパターンやシンメトリーを身近な存在と捉え、芸術に関連するものと捉えていることがわかった。

9. 展望

STEM教育にアートを加えることで創造性や批判的思考、コラボレーションといった21世紀のスキルが強化される。科学技術の分野でも創造的なアプローチが求められ、アートの導入は多角的な視点で問題に取り組む力を涵養する。数学教育においては、アートとの接点が新しい視点を生み、学びを深めることになる。学生は数学と芸術の関係を多角的に捉え、これが学習意欲を高めると認識しており、この視点がSTEM教育の推進に繋がると考えられる。

参考文献

- 松村敬治(2019).正方形の紙を切り貼りして作る 16種類のエッセイ図形と いろいろなエッセイ風モザイク模様, 西南学院大学人間科学論集, 第15巻第1号, 243-290.
- 三井直樹(1999).印象派絵画に見るフラクタル幾何学, デザイン学研究, 46巻4号, 11-18.
- 岡潔著, 森田真生編(2016).『数学する人生』, 新潮社.
- 岡本健太郎(2023).『アートで魅せる数学の世界』, 技術評論社.
- STEAM教育協議会HP <https://steam.or.jp/> (2024年9月8日最終確認).
- 中央教育審議会(2019).新しい時代の初等中等教育の在り方について(諮問).