

デジタル機器を用いて伝統的文様から数学的発想力を鍛えるための教材開発

大阪芸術大学 アートサイエンス学科 特任講師 木塚あゆみ

現在、IT 技術を活用することで社会課題を解決し人間中心のより良い社会を実現することが求められている。Society 5.0 と呼ばれるサイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させた社会を実現することは容易ではなく、産業界では既存の枠を超えた新たな連携を模索している[1]。このためには従来の枠組みで発送するだけでなく、サイバー空間とフィジカル空間を行き来しながら、芸術の視点を取り入れた発送法が有効だと考えられる。

これまで、情報工学系の学生を主体としたデザイン手法であるユーザ・センタード・エンジニアリング（以降 UCE と呼ぶ）を開発してきた。ここでは UCE とは、IT エンジニア自身がユーザ中心設計の考え方をもち、豊かな発想力でアイデアを実装するための手法と定義する。昨年度は、この手法を芸術学部アートサイエンス学科の学生向けに拡大した。本学科の学生が自らの興味に基づいて発想し、そこからアイデアを実装するための効果的な学習プログラムについて検討した。具体的には、情報技術を活用しながら芸術と数学の接点に興味を持ってもらうための教材を開発した。本年度はさらにこれを発展させ、開発した学習プログラムを改良し、実際にワークショップを行うことができる段階にすることが目的である。最終的には、この教材がもたらす学習効果や因果関係など教育工学やデザイン学の分野につながるような学術的背景も明らかにしたい。

本研究の目的は、近年求められている情報技術を使ったイノベティブな発想力を鍛えるための効果的な教育コンテンツを開発することである。具体的にはアイヌ文様などの伝統的文様に対して数学的解釈を行ない、デジタル機器で 2D や 3D の工芸品へ展開するワークショップの開発を行う。これにより数学や芸術といった分野横断的な視点をもとに、デザイン学研究における参加型デザイン、および学習科学研究の知見を活かした効果的な教育コンテンツを開発する。さらに、インストラクショナル・デザインにおける教育コンテンツの設計・改善プロセスをもとに作成した成果物を教材としてまとめる。他大学でも展開可能なものを作成する。

開発する教材のテーマは、昨年度に引き続き伝統的文様と数式表現図形との関わり、および幾何学的展開である。伝統的文様は芸術やエンターテインメント、数学、科学的発想と関わりが深い。そこで伝統的文様を対象とし、これに数学的解釈を用い、立体物として工芸的表現を目指した。数学を用い、正確なデータをもとに立体物を作成するために 3D プリンタやレーザーカッター、カッティングプロッター、デジタル刺繍マシンなどのデジタル機器を用いて作成した。

本研究では次のプロセスに従い教材を開発した。

- (1) 伝統的文様・各専門家の視点を知る
- (2) 数学的解釈と展開手法の研究
- (3) 展開手法と教材の開発
- (4) 教材使用と成果の公開

まず、プロセス（1）について述べる。ここではアイヌ文様や江戸時代の伝統文様の種類と形状について調査した。民俗学博物館（大阪府）や専門書[2]等を調査対象とした。

次にプロセス（2）ではそれを数式やデジタルデータに変換し、数理モデルとして展開できるようにした。使用したソフトウェアは、視覚的な表現技法に特化したプログラミング言語 Processing や、それをベクターデータとして処理するための Illustrator である。

プロセス（3）では、まず展開手法を検討した。自然界の創り出す美しいパターンに着目したフィリップ・ボール氏の『かたち』[3]を参考に、ヘッケルの対称性原理を用いた結晶のような構造物を試作した。さらに極小曲面ダイヤモンド曲面、ジャイロイド曲面をもとに発想した立体物も試作した。これらはいずれも自然界に見られる構造物を参考にしており、自然界の美と伝統的文様の人工物としての美を調和させることを目指して作成した。このような表現方法は建築にも見られ、PTW の設計者クリス・ボスによるウィアとフィーランの泡の塊を組み合わせた展示物にも見られる表現である。さらに、フィリップ・ボール氏の『枝分かれ』[4]を参考に、分岐をもとにした構造物を検討した。まずは雪の結晶のように六方対称の枝を広げたような形のパターンを試作した。さらに、拡散律速凝集 (DLA) モデルを参考に、ランダム性を伴ったパターンを数点試作した。これを発展させ、枯草菌の成長パターン、キラル型 (a) や渦巻型 (b) のようなより複雑な形状のパターンを試作した。このように、かたちを複雑化させていくことでより既存の文様に自由度が生まれ、ユニークな表現が可能になることが示唆された。また、数学の法則に従いながらも、ランダム性やゆらぎを与えることで、より自然界に存在するようなパターンに近づいていくのではないかという仮説が得られた。数学と自然界のパターンとの関連性についてはイアン・スチュアート氏の『自然界の秘められたデザイン』[5]からも示唆を得ることができた。

プロセス（4）では、これまでに試作したパターンを教材としてまとめた。教材は期間内に実際のワークショップ教材として使用することができなかつた。このため、実践を想定した教育教材の開発については引き続き今後の課題とする。

参考文献：

- [1] IT 人材白書 2018: IPA 独立行政法人 情報処理推進機構, (2018).
- [2] 伝統のアイヌ文様構成法によるアイヌ刺しゅう入門・カパラミブ編：津田命子, 株式会社クルーズ, (2010).
- [3] フィリップ・ボール, 林大(翻訳), かたち, 早川書房 (2016).
- [4] フィリップ・ボール, 桃井緑美子(翻訳), 枝分かれ, 早川書房 (2016).
- [5] イアン・スチュアート, 梶山あゆみ(翻訳), 自然界の秘められたデザイン, 河出書房新社, (2015).