

1. 担当 PM

落合 陽一（メディアアーティスト／筑波大学 デジタルネイチャー開発研究センター センター長／東京大学 大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻 複雑システム講座 デジタルネイチャー分野 准教授）

2. クリエータ氏名

真家 彩人（東京大学 工学部 システム創成学科 知能社会システムコース）

3. 委託金支払額

2,598,000 円

4. テーマ名

共感覚に基づく視覚化によって直感的な音作りを可能にするシンセサイザー

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトは、共感覚（感覚間協応）を深層生成モデルとしてモデル化し、音色をテクスチャ画像として視覚化することで、直感的な音作りを可能にするシンセサイザーを開発するプロジェクトである。

従来のシンセサイザーでは、一つずつ試聴しないとどのような音かわからない、パラメータと音色の関係がわかりにくいという課題があった。音色の探索には聴覚という実時間メディアを使わざるを得ず、視覚の即時性・俯瞰性を持つ画像表現とは常に非対称である。この音響と映像の間にある永遠の溝を埋めるべく多くの研究が試みられてきたが、今日まで決定打となるインターフェースは未だ現れていない。

クリエイータの真家氏は 5 歳からのピアノ、小学 3 年からのプログラミングという 2 つの根を持ち、U-22 プログラミング・コンテスト 2023 で 3 度目の挑戦により経済産業大臣賞（総合）を獲得した「OneSynth」を母体として、未踏事業に臨んだ。ユーザ自身の共感覚に基づき、深層学習モデルによって音色を視覚化し、音色を一目で把握できるユーザインターフェースを提供する「音色が『視え

る『シンセサイザー』の開発を行った（図 1）。



図 1：共感覚シンセサイザーの外観
鍵盤、ディスプレイ、スピーカーを統合している。

本プロジェクトは、人間の知覚メカニズムと計算の融合により、計算による知覚の拡張を実現する試みであり、デジタルネイチャーの概念が人間の感覚世界にまで及ぶことを示す重要な実践として位置づけられる。

7. 採択理由

音色の探索には聴覚という実時間メディアを使わざるを得ず、視覚の即時性・俯瞰性を持つ画像表現とは常に非対称である。この音響と映像の間にある永遠の溝を埋めるべく、多くの研究が試みられてきたが、今日まで決定打となるインタフェースは現れていない。共感覚を深層生成モデルとして取り入れ、視覚化による直感的音作りを目指す本提案は、その長き課題に対し時代性を持って挑もうとしている。この課題に向き合う姿勢、計算機と音楽を融合させる情熱はまさに提案者のライフワークであり、大変魅力的である。提案者の未来を信じ、その成長を見届けたいと強く感じ、本提案を採択とした。

8. 開発目標

本プロジェクトの開発目標は以下のとおりである：

1. 共感覚モデルの構築
 - ユーザの感覚間協応をアノテーションとして収集する仕組みの構築
 - 深層生成モデルによる音色と視覚表現の双方向マッピングの実現
 - リアルタイムでの推論を可能にするモデルアーキテクチャの設計
2. シンセサイザーインタフェースの開発
 - 音色をテキスト画像として視覚化する UI

- パラメータ操作と視覚表現の連動
 - 音色バリエーションの視覚的探索機能
3. ハードウェアの開発
 - 物理的なシンセサイザー筐体の設計・制作
 - 鍵盤、ディスプレイ、スピーカーの統合
 4. ユーザ評価と改善
 - 音楽制作者による実際の使用を通じた評価
 - フィードバックに基づく改善サイクル

これらの目標は、音と視覚の間の非対称性という根源的な課題に対し、共感覚という人間の知覚メカニズムに着想を得た計算的解を実現するという、極めて挑戦的なものである。

9. 進捗概要

プロジェクトの進捗は以下のとおりである：

1. 共感覚モデルの構築
 - 30 個の音色に対して合致すると思う画像を回答するアノテーション機能を実装し、ユーザの共感覚的対応データを収集する仕組みを完成した。
 - 深層生成モデルのアーキテクチャを洗練させ、音色パラメータからテクスチャ画像への変換と、その逆方向のマッピングを実現した。
 - リアルタイムでの音色と視覚の双方向マッピングを達成した。
2. シンセサイザーインタフェースの開発
 - 4つの主要機能を実装した：
 - アノテーションの付与：音色に対する視覚的印象を収集する。
 - プリセットの選択：どのような音色かを試聴前に視覚で一覧把握する。
 - 音色パラメータの編集：パラメータと音色の関係を直感的に把握しながら編集する（図 2）。
 - 音色バリエーションの生成：バリエーションを俯瞰しながら視覚的に探索する。
 - 勾配ベースのパラメータ探索を統合し、視覚的な目標から音色パラメータを逆推定する機能を実装した。
3. ハードウェアの制作
 - 専用筐体を設計・制作し、鍵盤、ディスプレイ、スピーカーを統合したスタンドアロンのシンセサイザーとして完成した。
4. 実証と評価
 - 音楽制作の現場での使用を通じたフィードバックを収集した。

- インタフェースの反復的改善を実施した。

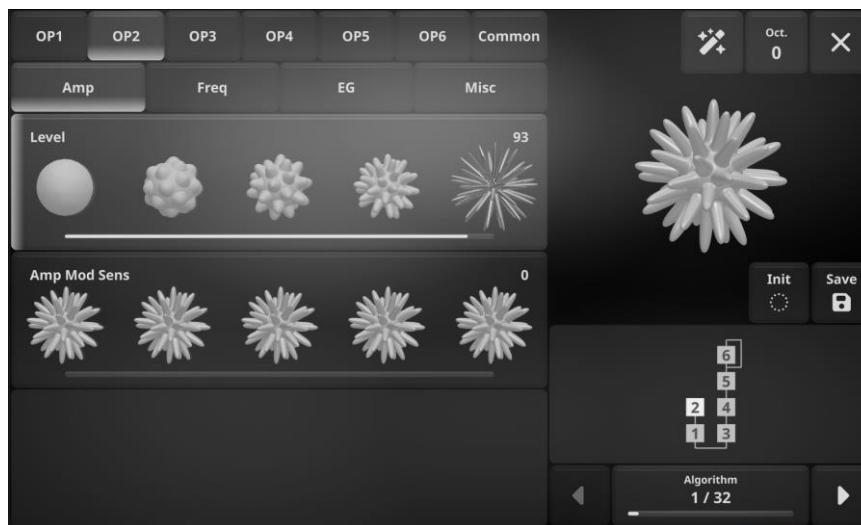


図 2：音色パラメータ編集画面

パラメータ変化に応じてテクスチャ画像がリアルタイムに変化する。

これらの進捗により、当初の開発目標を達成し、U-22 で経済産業大臣賞を獲得した OneSynth から共感覚シンセサイザーへの質的な飛躍を達成した。単なるツール開発を超え、「共感覚とは何か」「音と映像の本質的關係とは何か」についての探究が深まった成果である。

10. プロジェクト評価

本プロジェクトは、技術的独創性と知覚論的深さの両面から高く評価できる一方、共感覚モデルの一般化可能性や音楽制作の現場での実用性という観点からの批判的検討も必要である。本プロジェクトは人間の知覚と計算の新たな関係性を提案するものであり、デジタルネイチャーの概念を知覚の領域に拡張する挑戦的な取り組みである。

技術的側面では、以下の点が特に優れている：

1. 共感覚の計算的モデル化: 共感覚という人間の知覚メカニズムを深層生成モデルとしてモデル化し、音色と視覚表現の双方向マッピングを完成させた点は技術的に高い水準にある。音と視覚的特徴の対応は恣意的ではなく、ユーザ自身のアノテーションデータに基づいて構造化される。これは「計算による知覚の拡張」を具体的に実装した貴重な事例であり、計算機自然の思想が目指す方向と合致する。
2. 勾配ベースの逆推定: 視覚的な目標から音色パラメータを逆推定する機能は、従来の音色設計のワークフローを根本的に変える可能性を持つ。パラメータ空間での探索を視覚空間に転写することで、試聴の時間的コストを大幅に削減できる。

3. ソフトウェアとハードウェアの統合：専用筐体の設計・制作を含め、ソフトウェアとハードウェアを統合したスタンドアロンのシンセサイザーとして完成させた点は、物質と情報の融合という観点からも評価できる。

文化的側面では、以下の点が注目される：

1. 知覚論的探究としての深さ：本プロジェクトは単なるシンセサイザーの開発に留まらず、「共感覚とは何か」「音と映像の本質的關係とは何か」という知覚論的な問いに取り組んでいる。この哲学的深みは、技術開発と知覚の探究が一体となった稀有な成果である。
2. 音楽制作の民主化への貢献：音色を視覚的に把握できるようにすることで、音楽理論の専門知識がなくても直感的な音作りが可能になる。これは音楽制作における参入障壁を下げ、より多くの人々が音楽創作に参加できる環境の創出に寄与する。
3. ライフワークとしての一貫性：U-22に3度挑戦し、経済産業大臣賞を獲得してもなお開発を止めず未踏に応募してきたという経緯は、このテーマに対する没入性が外部評価によって消費されるものではなく、内発的動機に基づくものであることの証左である。

総合的に見て、本プロジェクトは音と視覚の間の非対称性という根源的課題に対し、共感覚という独自の切り口から技術的解決と知覚論的探究を両立させた、極めて価値の高い成果であると評価できる。

11. 今後の課題

本プロジェクトの今後の課題として、以下の点が挙げられる：

1. 共感覚モデルの個人差への対応：共感覚的対応は個人によって異なるため、モデルの個人化(パーソナライズ)の仕組みをさらに洗練させる必要がある。少量のアノテーションデータからでも個人の知覚傾向を効率的に学習できるようなメタ学習的アプローチの導入が考えられる。
2. 音色空間の拡張：現在の対応がFM合成の音色パラメータを中心としているが、サンプルベースの音色や物理モデリング合成、さらにはフィールドレコーディング素材にまで視覚化の対象を拡張することで、より幅広い音楽制作のコンテキストでの実用性が高まるだろう。
3. リアルタイム演奏への最適化：音楽制作だけでなく、ライブパフォーマンスの場面での使用を想定した最適化が求められる。レイテンシーの最小化や、演奏中の直感的な音色変化操作のためのインタフェースデザインの発展が見込まれる。

4. 学術的知見の体系化と発信:共感覚のモデル化に関する知見は、音楽心理学、認知科学、HCI など複数の学術分野に貢献し得る。こうした知見を体系的に蓄積し、学術コミュニティに発信していくことは、デジタルネイチャーの概念的基盤を強化する上でも重要な課題である。
5. 商業的展開の可能性の検討:音楽制作ツールとしての商業的展開も視野に入れるべきである。プラグインとしての DAW 連携や、視覚化技術の API としての提供など、より広い社会実装に向けた戦略の検討が求められる。

これらの課題に取り組むことで、共感覚シンセサイザーは音楽制作の現場を変えるだけでなく、計算による知覚の拡張という新たな領域を開拓する先駆的事例として、今後も発展を続けることが期待される。