

研究報告

建築空間と音楽に共通の体験構造に基づくクロスモーダル表現の創出 Creation of cross-modal expression based on experience structure common to architectural space and music

濱野 峻行
Takayuki HAMANO
株式会社 coton
Coton, Inc.

古川 聖
Kiyoshi FURUKAWA
東京芸術大学 先端芸術表現科
Tokyo University of the Arts

藤井 晴行
Haruyuki FUJII
東京工業大学 建築学系
Tokyo Institute of Technology

概要

“Architecture Dreams Music”（建築が夢見る音楽）プロジェクトでは、形態の異なる表現に内在する体験構造を探ることが各表現の認知的特質の理解に資するという考えのもと、建築空間と音楽の両表現の認知とそこに内在する体験の深層構造の関係性について問い続けてきた。本研究は、建築空間と音楽の体験構造を記述、変形しながら対応付けていくというアプローチを採ることにより、両表現体験の経験や意味のレベルまで含めた多層の関係性が反映されたクロスモーダル表現の創出を目的とする。

表現の創出を実現するにあたっては、建築空間の画像と音楽の演奏情報を同時に自動生成できる創作環境の構築が課題であった。さらにその要件として、表現そのものの表層的な性質のみならず体験の構造を記号的に操作可能な形で表現できることや、両表現の対応付けの結果を素早く出力に反映しイテラティブに創作の試行が行えることが求められた。そこで建築の体験構造をもとに手続き的に空間構造を記述するビジュアルプログラミング環境を開発し、空間体験情報の解釈とマッピングによる音楽の自動生成を行い、空間画像と音楽のシーケンスを再生するシステムの開発を行った。

このシステムを使い、実在する建築物を題材として、空間と音楽の認知的な対応関係を考慮して生成された表現を同期的に体験できるな作品を制作することができた。結果として、異なる分野を専門とする者が本システムを用いた試行によりそれぞれの知見をクロスモーダル表現として具現化し、共創を通じて互いの表現を客観的に再解釈する契機を作ることができた。

Our research project, “Architecture Dreams Music,” investigates the relationship between the cognition of expressions of architectural space and music, and the deep structure of the underlying experience. The project is based on the idea that exploring a common experience structure

for different expressions contributes to the understanding of the cognitive characteristics of each expression. In this study, we aim to create cross-modal expression that reflects the multilayered relationship between as well as level of experience and meaning of both expressions, by describing the experience structure of the architectural space and music while applying symbolic transformations.

In realizing the creation of expressions, the challenge was to establish a creative environment that could automatically and simultaneously generate images of architectural space and music performance. In addition, it is essential that not only the surface properties of the expression itself but also the structure of the experience be expressed in a symbolically operable form, and that the results of the data mapping between both expressions be quickly reflected in the output, enabling iterative creative trials. To solve this, we developed a visual programming environment that procedurally describes the spatial structure based on the architectural experience structure. By interpreting and mapping spatial experience information, music scores playing synchronously along with the sequence of spatial images are automatically generated.

Using this system, we were able to produce artworks based on existing buildings that could synchronously experience the expressions generated in consideration of the cognitive correspondence between space and music. The system has benefited authors specializing in different domains to realize individual knowledge domains as cross-modal expressions, thereby creating an opportunity to objectively reinterpret each other's expressions through co-creational activity.

1. ARCHITECTURE DREAMS MUSIC (建築が夢見る音楽) プロジェクト

1.1. プロジェクトの概要と背景

“Architecture Dreams Music” (建築が夢見る音楽、以下 AdM) プロジェクトは、建築と音楽という異なる形態の表現について二者間の関係性を探ることを関心の軸とし、創作ドリブンなアプローチにより各表現の認知的特質やクロスモーダルな鑑賞体験の理解を目標とする研究プロジェクトである。

建築と音楽を関連付けた作品で著名なものを挙げると、クセナキスによる作品《メタスタシス》での確率論的手法 (Xenakis 1992) をブリュッセル万博でのフィリップス・パビリオンの設計 (設計: ル・コルビュジエ) に反映させた例や、建築家ダニエル・リベスキンドがユダヤ博物館の設計にセリーの音列理論を取り入れたものがある (Poligrafa 2014)。本プロジェクトでは同様の建築と音楽の関わりに着目した作例から発想を得ており、テクノロジーを活用することで我々自身が更に多様な実験を行えるようにすることを望んできた。

1.2. プロジェクトの経緯

AdM プロジェクトの始まりは、2003 年頃から開始した池泉回遊式庭園の構成要素を音楽で表現する創作プロジェクトである (藤井ほか 2006)。それ以来、異なるモダリティ間の関係性を問いながら、仮説モデルや表現の手法、創作システムの実装を繰り返すことで研究を発展させてきた。現在は、音楽・先端芸術表現 (古川)、建築・デザイン科学 (藤井)、ソフトウェアエンジニアリング (瀧野) をそれぞれ専門とする著者らの共創により成り立っている。

1.3. プロジェクトの目指すところ

AdM プロジェクトの目標とするところは、建築や音楽の表現としての特質や関係性を問うに当たり構成的アプローチを採ること、すなわち従来の観察中心の方法とは異なり積極的に表現を創出することを起点として、議論に新たな視座をもたらすことである。

研究の根底として、建築と音楽には単に知覚や認知のモダリティの表層的な共通性や特異性があるだけでなく、それぞれの体験に共通の深層構造があることを仮定している¹。この仮定に対しては、それぞれの表現の創作過程を相互の関係性を意識しながら同時に創出するような過程を実践することが有効な手法だと考える。

¹ ここでいう体験には複数の時間軸が含まれ、対象を組み立てていく時間軸、知覚レベルから認知レベルまでの認識の時間軸、メタな時間構成による体験の時間軸などがある。

本プロジェクトは、メンバーの専門領域を最大限に活かしつつ、表現生成の諸テクノロジーによって独自性の高い研究手法を採れることにプロジェクトとしての意義を見出している。本プロジェクトでの建築と音楽の関係性および共創のあり方については、藤井による発表を参照されたい (藤井ほか 2019)。

2. 表現創出のためのシステムの必要性

先述の目的とアプローチを実現し、認知的構造のレベルについての議論を可能にするためには、仮説をもとに表現として具現化し、観察し、再び仮説を更新するまでの「創作のフィードバックループ」を円滑に回すことが求められる。かつ本プロジェクトでは建築と音楽の対応関係を常に検証できるようにする必要がある。

上記課題を解決するため、下記の各点を満たす表現創出のためのシステムを開発することにした。

- 表現の過程で可能な部分は自動化すること
- 自動生成において創作の意図をアルゴリズムのデザインによって反映させられること
- 建築と音楽の両モダリティ間で記号操作による対応関係が取れるようにすること²
- 表現そのものの表層的な性質のみならず体験の構造を記号的に操作可能な形で表現できること

そこで本研究では、建築空間と音楽の体験構造を記述、変形しながら対応付けていくというアプローチを採ることにより、両表現体験の経験や意味のレベルまで含めた多層の関係性が反映されたクロスモーダル表現を創出するシステムの開発を行った。

3. クロスモーダル表現の創出過程

本研究で開発したシステムによる表現創出の工程は、記述、転化、生成、再生の順に行われる (図 1)。

【過程 1】記述 (建築空間の構成と体験の定義)

最初の過程は記述である。これは建築要素が組み合わされて空間に構成されるまでの過程と、その空間を鑑賞者がどのように体験するかを定義を記号表現により行うものである。この過程は、本プロジェクトのために開発したビジュアルプログラミング環境“Gestalt Editor”を用いて作業が行われる (補遺 6.1 を参照)。

² 記号表現が両モダリティの論理的な関係性を取り持つのと同時に、人が認知機能なかたちで記述できることも重要な点と考えている。これは高度な機械学習では中間の処理過程が複雑であるため認知することが困難であることと対比的である。

建築空間の構成過程は、アルゴリズム的な手続きとして記述する。旧来の CAD では柱や床などの各建築要素の実体を記述することを主な構成方法とするのに対し、ここでは要素に対して複製やグループ化、移動、縮尺、変形、ブール演算などの操作を繰り返し行うことで構成のプロセスを表現する。

同時に、構成された建築空間に対する体験の記述も行う。これは空間内で鑑賞者が一人称視点で体験する想定で、主に視点や視野の範囲を定義する。また構成途中段階の建造物を鑑賞することもできる。更に複数の視点の体験順を記述し、連続的なシーケンスとして鑑賞することも可能である。これにより空間内をウォークスルーするような時間的な体験の変化も表現できる。

これらの記述行為は Gestalt Editor のノードベースの編集環境で行うため、記述対象の処理の過程が同時に視覚的構造として可視化されることとなる。

アルゴリズムに記述する利点

このような生成的手法を採ることの利点は、建築構造に内在する創作のプロセスを可視化できることにある。生成された構造は大小のグループ化された木構造として表現されるため、生成結果の構造から建築家の創作的な意図を推測することが可能になる（図 2）。

また構造認知の観点からの利点もある。例えば実在する過去の建造物の構成過程を他の建築の専門家が推測する場合、グルーピングの過程が一意に定められない場合がある。なぜならグルーピングの解釈は鑑賞者の認知の仕方によっても分かれるものであるからである。その場合は複数の解釈の候補をそれぞれ構成過程として記述し、試してみることが有効である。異なる構成過程であっても目に見える結果としての構造は同じだが、後の音への転化の過程で構成過程の違いを耳で感じ取ることができるのは興味深いことといえる。

このように建築の構成過程をアルゴリズム的な生成的手法で記述することは、生成される構造に建築家の意図を持たせられることに加え、建築構造の解釈の仕方も同時に含ませることができる点で有用である。

【過程 2】転化（音楽構造への認知的対応付け）

転化は、建築空間の体験構造を音楽の体験構造に対応付け、自動音楽生成プログラムにより楽譜情報を組み立てる過程である。これ以降の過程は本プロジェクト用に開発した AdM Player（補遺 6.2 を参照）により自動的に処理される。

音楽への対応付けの規則は特定の正解があるわけではなく、著者らが試行を繰り返しながら議論を経て構成論的に決定した。規則は多岐にわたるため詳細まで

1 記述

Gestalt Editor

建築空間の構成過程と空間の体験を記号表現で記述する。

建築構造の生成過程の定義

生成された空間に対する体験の定義

体験の順番の定義（シーケンス）

➡ 空間・体験データ

2 転化

AdM Player

空間から音楽への対応付けのルールに基づき音楽を生成する。

建築要素のカテゴリーごとの音楽化

不可視構造の可聴化

➡ 音楽データ

3 具現化

AdM Player

Blender

観賞可能なデータを生成する。

建築空間画像のレンダリング

音楽のMIDI・楽譜生成

➡ 空間画像、MIDIデータ、楽譜

4 演奏

AdM Player

Logic

Max

画像再生に合わせ音楽を演奏する。

画像のスライドショー再生

音楽演奏、音合成

図 1: クロスモーダル表現の創出における 4 つの過程

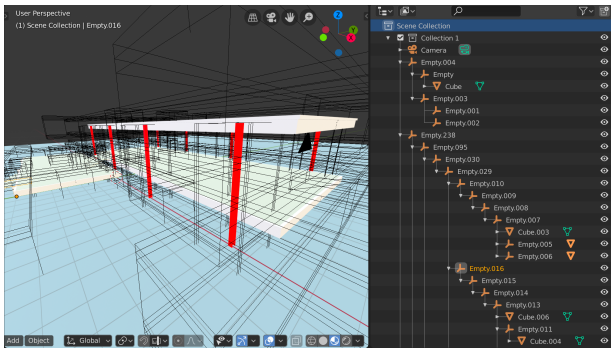


図 2: 建築構造のグループ化 (Blender の編集画面) - 右側の樹形図がグループ構造を示し、Empty という不可視のオブジェクトによりグループが表わされる。

は触れないが、以下に単一空間から音楽がどのように作られるかの概念的な流れを示す。

グルーピング

建築要素をグループに分け、各グループの中心点、容積、視点からの距離を求め、正規化する。視点から最も近いグループは、起点グループとして定義される。

カテゴリごとの音符の生成

各グループ内でカテゴリ（柱、床、壁など）ごとに音符の生成を行う。各カテゴリに楽器、音高、リズム、音量などの細かい規則が定められる。視野に含まれる要素のみが生成の対象となる。

グループの時間軸への配置

各グループの演奏開始時間を算出する。視点に近いものほど先に、遠いものほど後に演奏される。

音高は基本的に建築要素の縦方向の位置と対応しているが、音楽構造の認知に重要な役割を果たすことから次のような詳細な規則を定めている。まず楽曲共通の基本音列を MIDI ノートナンバーで {60, 67, 62, 65, 72} のように決めておき、柱はそのうち 1 番目の音を、壁は 2,3 番目の音を使うというように、カテゴリごとに決められたインデックスにより音列から使う音を選択する。カテゴリによっては建築要素の高さに応じて、先に決めた音を基音とする倍音上の音を付加することもある。これによりカテゴリごとの特徴出しつつ全体として統一感を持たせるようにしている。

以上の処理を各シーンについて行い、後の過程でシーケンスとして再構成する。

転化規則の検討基準

空間から音楽への転化規則は、認知的な対応関係が感じられるかどうかを最重視して検討した。例えば物

の位置が「高い」と音が「高い」こと、体積が「大きい」と音量が「大きい」こと、のような表層的な対応関係がある一方、認知に比較的時間を要する構造的な対応関係も考慮に入れている。また一つの試みとして、上記のように各カテゴリに対する音をグルーピング構造を意識しながら対位的に組み立てると同時に、グループ自体を表現する音、つまり目に見えない不可視のグルーピング要素を音として表すことも行っている。

なお実際の処理は建築から音楽の順に行われるが、規則モデルは試行の繰り返しにより双方向的に更新してきた。すなわち空間体験の記述に対して対応関係の感じられる音楽をデザインし、再び空間の解釈に立ち戻って観察するようことを繰り返すようなかたちで進められた。

【過程 3】 具現化（再生用素材の作成）

具現化は、これまでの過程でデザインされた空間と音楽の記号表現を、鑑賞可能な視聴覚の具体表現の素材に変換する過程である。シーンごとの空間画像は、3D モデリングソフトウェア Blender の Python スクリプティング機能により構築の過程を再現し、静止画像としてレンダリングする。音楽は演奏に使われる MIDI ファイルに変換するとともに、Lilypond により楽譜の画像を生成する。

【過程 4】 演奏（鑑賞体験の提供）

最終的に生成された空間画像と音楽は、AdM Player を用いてスライドショー再生のように演奏することができる。シーンごとの画像に合わせて音楽が演奏される。シーンの順番は過程 1 の記述で定義したシーケンス順で演奏される。

音楽の演奏にはいくつかの形態がある。最新版では Logic にシンセサイザーのトラックを用意し、AdM Player から MIDI 信号を送信することで演奏している。MIDI チャンネルは建築要素のカテゴリごとに分けられているので、要素に対応した楽器音を鳴らしてアンサンブルを構成するひとつの基本的な方法といえる。また以前の方法では、Max に送信して独自の音響合成をしたり、外部 MIDI 出力で自動ピアノを演奏させたりすることも行った。シンセサイザーによる演奏は認知的な解像度を高めるような音の構造をデザインすることが可能であるのに対し、自動ピアノの活用は物理的運動により発せられる音に身体的なりアリティを感じさせることをねらいとしている。形態の異なる音楽表現が空間認知と合わさったときの作用の違いも、創作面でのひとつの関心の対象としている。

4. 結果と考察、次の展開

4.1. 作品の制作

前述の創作システムを活用し、建築空間とそれに対応した音楽を同時に体験可能な作品を制作した。

作品は鑑賞者に以下の鑑賞方法を期待して制作している。作品シーケンスの前半は建造過程の各グループや要素に焦点を当てた提示の仕方がなされ、後半はそれらを徐々に組み上げながら最終的に建造物全体が現れる。これにより鑑賞者は前半で建築要素とそれに対応した音楽のモチーフを把握し、後半に行くにつれて構造化のなされる様子が視聴覚一体となって感じ取れるようになっている。

作品の題材は主に実在する建築物を対象とし、沖縄の伊是名島の重要文化財である銘苅家住宅、ミース・ファン・デル・ローエによる設計のファーンズワース邸 (Farnsworth House、図3)、ヘリット・トーマス・リートフェルトによるシュレッダー邸 (Rietveld Schröderhuis) などをもとに作品化している。これまでも国内外で作品上演を行ってきたが、最新の作品は近く改めて発表する予定である。

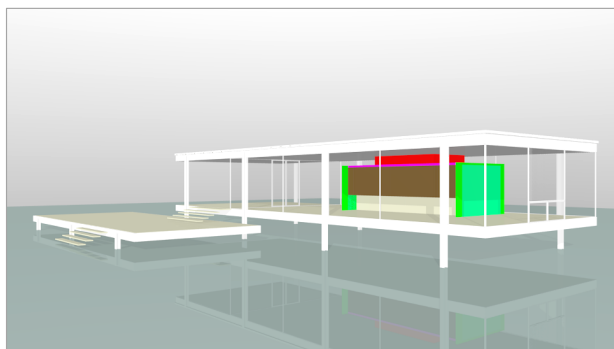


図3: ファーンズワース邸を題材とする空間画像と楽譜の生成例 - 構造を強調するために意図的に着色がされている。

4.2. 共創的方法による創作の意義

本稿で述べたシステムは汎用的なものではないが、特定の分野の者が表現の特質を考究するための枠組みであり、方法論自体に一般性があると考ええる。また同時に、異なる分野の者がコミュニケーションを交わし、互いの経験知³の関係性を確認するための仕組みづくりでもある。特に3の過程2で述べた転化は、批評家レフ・マノヴィッチによるニューメディアの諸原則の「トランスコーディング」に該当するものといえる (マノヴィッチ 2013)。トランスコーディングは「コンピュータのレイヤー」で論理変換を行うことであるが、それは同時に「文化のレイヤー」で文化的カテゴリーや概念を接続する「概念の移し替え」にもなり得る。

本研究でシステムを開発したことにより、建築と音楽の両分野を専門とする者がそれぞれの知見をクロスモーダル表現として具現化し、共創を通じて互いの表現を客観的に再解釈する契機を作ることができた。それは結果的に音楽のフィルターを通して建築を解釈する体験やその逆も可能にし、体験は我々作者の手を離れて多くの鑑賞者に共有されるものとなる。

4.3. 表現創出システムの発展

本稿で述べた表現創出のシステムは、以下の改善により研究の加速に寄与できると考える。

現状の最新版では建築の記述から音楽を生成するモデルとなっているが、当初の目標は双方向的な表現の創出であった。従って音楽の構造を解釈して建築構造に反映する試みができれば、建築特有の諸制約の中で体験を成立させるための方法論を知見として得られ、双方向的な議論を活性化することができるだろう。

加えてリアルタイム性の向上も課題であり、近年のゲームテクノロジーを活用した生成システム全体のリメイクを視野に入れている。現在の仕様では記述された建築空間から転化、具現化するまでの過程は全自動的に行われるが、一定の時間を要する。一定時間内に試行可能な回数を増やして創作のフィードバックループを早めることが質の向上にもつながると考えるため、結果を得るまでの時間短縮が望まれる。

5. まとめ

クロスモーダル表現の創出システムにより、建築空間と音楽という異なる表現に共通する体験構造を考慮して表現を生成し、同期的に体験できるな作品を制作

³ この経験知には理論的なものだけでなく文化的な蓄積も含み、実際に研究の議論の際には様々な歴史上の作例になぞらえて語ることも多くあった。また鑑賞の際には、(例えば和声法や対位法のような) 文化的背景を含んだ理論に基づく表現が理解の手がかりとなることも考えられる。

することができた。本稿で述べた共創をテクノロジーで接続する創作の方法論が、形態の異なる表現の相互理解を深めて豊かにするものとなることを期待する。

6. 補遺

6.1. Gestalt Editor

Gestalt Editor は、本プロジェクトのために開発しているビジュアルプログラミング環境である(図4)。対象表現の生成過程や体験の記述をノードベースのエディタでプログラムする。元々は音楽の記述と生成も行っていたが、今回は建築空間体験の記述に用いている。

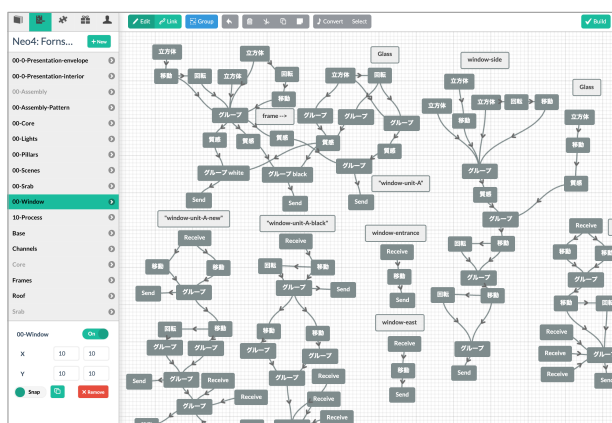


図 4: Gestalt Editor の編集画面

6.2. AdM Player

AdM Player は上記と同じく独自開発したソフトウェアで、Gestalt Editor での建築体験の記述データを読み込んで音楽を生成し、生成結果をの提示と演奏を同時に行うものである。音楽は他のソフトウェアや外部ハードウェアへの MIDI 出力が可能である。

7. 参考文献

- 藤井晴行, 古川聖, 清水泰博. 2006. 「池泉回遊式庭園の体験と音楽体験との共通性とさいの音楽生成システム援用による比較」『第 29 回情報・システム・利用・技術シンポジウム』, 日本建築学会情報システム技術委員会, 49-54.
- 藤井晴行, 古川聖, 濱野峻行. 2019. 「《建築が夢見る音楽》 - 空間と音楽の共創 -」『共創学会第 3 回年次大会予稿集』, 共創学会 2019, 33-36.
- Xenakis, Iannis. 1992. “Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition”, Pendragon Press.

Poligrafa, Ediciones. (ed.) 2014. “Jewish Museum Berlin”.

レフ・マノヴィッチ. 2013. 『ニューメディアの言語』, 堀潤之 訳みず書房.

著者プロフィール

濱野 峻行 (Takayuki HAMANO)

国立音楽大学音楽文化デザイン学科にて作曲、コンピュータ音楽、画像処理を学ぶ。王立音楽院ソノロジー研究科(オランダ、デン・ハーグ)にて修士課程修了。2010 年から 2014 年まで、独立行政法人 科学技術振興機構 ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト情動統合グループ音楽情動研究チーム研究員。玉川大学、国立音楽大学、東京芸術大学などで非常勤講師を務める。東京芸術大学大学院美術研究科後期博士課程修了。現在、株式会社 cotton 最高技術責任者。

古川 聖 (Kiyoshi FURUKAWA)

中学、高校時代に入野義郎氏に師事、高校卒業後渡独、ベルリン、ハンブルクの音楽アカデミーでイサン・ユン、ジェルジ・リゲティのもとで作曲を学ぶ。1991 年に米国のスタンフォード大学で客員作曲家。ドイツのカルスルーエの ZKM でアーティスト・イン・レジデンス。作品は、新しいメディアと音楽の接点において成立するものが多い。近年は理化学研究所内で脳波を使ったの視聴覚表現に関するプロジェクトを行った。社会の中で表現行為が起こる場、新しいアートの形を探して 2002 年より、新しいメディアを使ったワークショップを世界各国で行っている。東京芸術大学教授。

藤井 晴行 (Haruyuki FUJII)

早稲田大学、同・大学院にて建築学を学ぶ。カーネギーメロン大学にて哲学・計算言語学を学ぶ。シドニー大学にてデザイン・コンピューティングと認知科学を学ぶ。形式言語の統語論・意味論、機械翻訳の理論、数理論理、認知言語学を応用し、デザイン科学の方法論と理論を構築する実践的研究と研究の実践に従事している。東京工業大学教授。東京藝術大学非常勤講師、東京医科歯科大学非常勤講師。博士(工学)。一級建築士。



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示・非営利・改変禁止 4.0 国際 ライセンスで提供されています。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご覧頂るか、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。