

音楽と建築空間とを融合する 作曲かつ空間デザイン手法の提案に向けて

藤井晴行

古川 聖

清水泰博

東京工業大学大学院建築学専攻 東京芸術大学先端芸術表現学科 東京芸術大学デザイン科

本研究は空間デザインにおける設計操作の構造と作曲における技法や操作の構造との共通性と差異を探究することを目的とする。本稿は研究の概要及び音楽と空間デザインとの関係性を把握するために構築中の実験的システムのひとつについて報告する。このシステムは建築空間のシーケンスの体験を音構造の体験に翻訳し、時間軸上で楽曲として提示する。

Towards a Proposal of Method of Composing and Designing Architectural Integrating Music and Architectural Space

Haruyuki FUJII, Kiyoshi FURUKAWA & Yasuhiro KIYOMIZU

Tokyo Institute of Technology , Tokyo National University of Fine Arts and Music , ,

The objective of this study is to explore the things in common and differences between the structure of the operations in architectural design and the structure of the operations in music composition. This paper explains the outline of this study and describes one of the experimental systems to grasp the relations between music and spatial design. The system observes the sequence of scenes in an abstract space symbolically representing an architectural space and translates the experience to the experience of the structure of the musical sound.

1. 研究目的

本研究は、芸術、美学、デザイン科学の観点から、建築や庭園などの象徴的空間の構成原理と時空間に展開される音楽の構成原理の深層にある共通性を計算可能な形式で表現し、ダイナミックかつインタラクティブに体験可能な視聴覚環境（建築・庭園＋音楽）のデザイン支援システムを構築する基礎を提供することを目的とする。建築学・デザイン科学と音楽・作曲理論の研究者による学際的研究であり、基礎理論と建築デザインの自動生成、音楽の自動生成、仮想現実等の先端科学技術を援用して、建築と音楽の共通性という古典的問題に取り組むものである。

象徴的空間と音楽に共通する言語的な構成、すなわち、深層的意味内容と表層的記

号との関係を考慮した表現（設計図や楽譜）の生成原理の共通性（図1）を、空間と音楽を同時生成するシステムを用いた実験によって明らかにすることを目標としている。次のことが期待される。

1) 完成された空間や音楽の構成だけではなく、それらの生成プロセスにおけるデザイン操作や作曲技法の構造の共通性が明らかにされる。

2) 空間の構成と製作法を示す図面と楽曲の構成と奏法を示す楽譜を広い意味での言語表現とみなし、図面や楽譜の生成プロセスが言語生成プロセスとのアナロジーによって説明される（図1）。

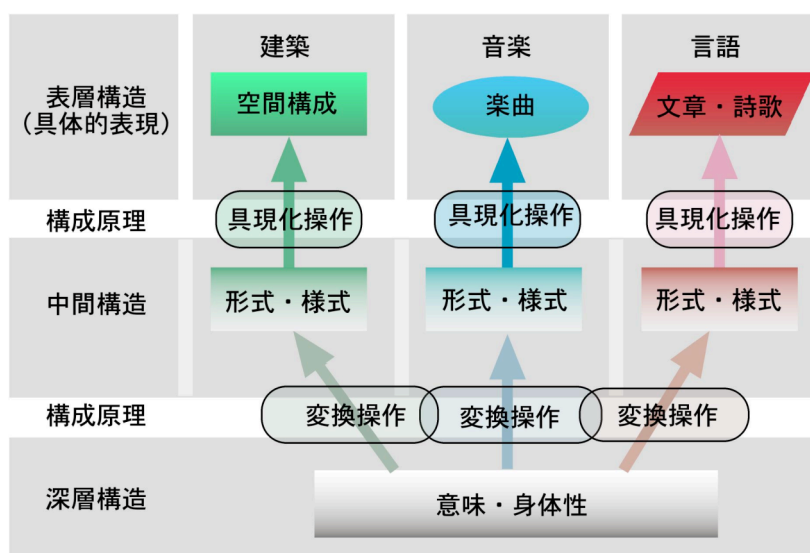


図1 建築・音楽・言語の共通性と個別性のイメージ

本稿は空間デザインにおける設計操作の構造と作曲における技法や操作の構造との共通性と差異を探究することを目的として構築中である、音楽と空間デザインとの関係性を把握する実験的システムのひとつについて報告する。このシステムは建築空間のシーケンスの体験を音構造の体験に翻訳し、時間軸上で楽曲として提示するものである。

2. 既往研究との関連

建築、都市、庭園などの構成と音楽の構成を対応づけるアイデアは古くから提案されている。ウィトルウィウス建築書は建築のプロポーシオンと音楽表現の要素である音程・和音などとの関係について言及した。現代では、建築単体や街路におけるファサードの構成と音楽作品における旋律の構成との共通点のフラクタル等の数理を用いた表現、サティによる「家具の音楽」と称される音楽の日常空間化、シェーファーによ

る「サウンドスケープ（音の風景）」における視環境と音環境の統合及び音環境と共同体との相互作用の場の提供の試みなどがなされている。一方、ブリュッセル万博（1958年）において、ル・コルビュジェ、ヴァレーズ、クセナキスによる建築構造の音への視聴覚の非同期マッピングによる作品が生み出された。80年代に音を文化に培われたつながりの構造（パターン）として扱う、言語理論を基にするモデル化の研究が現れ、音楽構造の研究にコンピュータを援用するための基礎が築かれた。前者の研究が直感的アプローチをとるのに対し、本研究は後者を基礎とした数理表現可能な基礎理論と計算機システムとを併用するデザイン科学的アプローチをとることにより、建築空間と音楽の数理論理的構成の共通性と個別性を浮き彫りにする。

筆者らはこれまでに次のことを行ってきた。

- 1) 建築学、音楽、先端芸術、グラフィックデザイン、工業意匠デザイン、機械設計、計算機科学等に関する情報収集と専門家へのヒアリングから、「建築空間、音楽、言語の深層には人間の認識方法に由来する構成的な共通性がある」との仮説を立てた。
- 2) 上記仮説に基づいて建築デザイン及び作曲を言語生成プロセスに類似する記号操作として表現する数理モデルを構築中である。生成文法、モデル理論的意味論、確率過程、神経回路網モデル、遺伝的アルゴリズム（GA）、強化学習アルゴリズム等の適用可能性を検討し、建築と音楽の構成的な共通性の探究にはこれらのハイブリッドモデルが必要であるとの知見を得た。
- 3) 言語処理手法や人工知能の応用による形態の生成システム及び自動作曲システムの実装を行い、特定の作曲家を模した作曲や構成的な操作による音楽の生成の実験を進めている。また、上記で検討したモデルをこれらのシステムと関係する推論モジュールとして実装している。

本研究の基礎となる研究は次のように進められてきている。建築空間の構成や建築デザインのプロセスを論理表現することにより、計算機によるデザイン支援のための数理的な基礎を構築している。空間構成の類似性を抽出して新たな概念を形成するアルゴリズムに関する研究、空間構成とその言語表現の概念的な構造との関係に関する研究は、音楽の構成と空間構成と共通性と個別性をモデル表現するための基礎となっている。設計プロセスを数理的な構造として表現する研究及び言語表現を空間構成に変換するアルゴリズムの研究は、作曲手法と建築デザインの手法に共通する構成操作を計算モデル表現するための基礎となっている。設計における状況の認知と行為の選択に関する研究及び人間と環境との相互作用モデルに関する研究等を通して開発した人間-環境-社会系シミュレータの一部は作曲と空間デザインをインタラクティブに行う

計算機システムのモジュールとなっている。また、音楽の構成の知識表現のためにプログラムとデータ構造を融合させた仮想楽器の研究、音楽の構成を空間的に表現する作品＝視覚音楽言語（SMALL FISH、ASN＝active symbol notation）の開発とパフォーマンス、音楽構造と視覚構造との関係に基づき、聴覚障害者が視覚を通して音楽を体験する方法の研究を進めている。これらの研究は音楽の構成と空間構成と共通性と個性をモデル化するための基礎となっている。さらに、古川、藤井、清水は空間の実例として庭園を取り上げ、庭園空間のシーケンスの体験における心象に対応する音構造を生成するシステムを構築中である。

3. 研究概要

本研究は次の手順で進められている。

- 1) 象徴的建築、庭園、サウンドスケープなどの現地調査に基づき、空間構成要素の配置を象徴的空間が直接・間接的に意味する内容に対応づける関数である建築空間の意味論を数理論理の言語を用いて記述する。音楽の構成を象徴的空間の意味に対応づける関数としての音楽の意味論を数理論理の言語を用いて記述する。
- 2) 多種の楽曲を資料とし、時間軸上に配置することにより音楽の構成要素である和音や旋律を生成する単位操作となる作曲技法を抽出してモデル化する。
- 3) 没入型仮想現実環境（現有設備）に視覚表現することを視野に入れ、空間の象徴的意味を建築空間や形態に翻訳して生成するシステム（空間生成システム）を開発する。単位操作を組み合わせて意味の記号表現を楽譜の記号表現に翻訳することにより、象徴的意味に基づいて音楽を生成し演奏するとともに音楽を形によって表現するシステムを構築する。
- 4) 音楽の構成と空間構成とに共通する図式を論理表現し、空間生成システムと自動作曲システムとを関係するための中間言語及びその処理システムを設計する。
- 5) 空間生成システムと自動作曲システムをサブシステムとする建築空間と音楽のインタラクティブな関係システムを完成させる。また、関係システムの構築作業からのフィードバックに基づいて空間生成システムと自動作曲システムを精緻化する。
- 6) 建築空間及び音楽の構成操作における構造的共通性を探究する。建築空間-音楽インタラクティブシステムを被験者に使用してもらい実験を行い、建築空間と音楽の構成操作における構造的な共通性を抽出する。

3.1 マルチエージェント実験システム

実験システムは抽象空間，作曲モジュール，建築 CAD モジュールからなる．この構成は図 1 に示した考え方に基づく．抽象空間は複数のエージェントによって構成される．エージェントの状態はN次元の状態変数によって特徴づけられる．エージェントの位置，姿勢，移動速度などは状態変数の一部である．抽象空間の状態を全てのエージェントの状態変数によって特徴づける．このような抽象空間の状態を事態という．

エージェントは作曲及び空間デザイン（以下，コンポジション）の参画のレベルによって二種類に分類される．ひとつはコンポジションを推進するエージェントである．このエージェントをコンポジション・エージェントまたは C-エージェントとよぶ．もうひとつは C-エージェントではない全てのエージェントである．このエージェントを基礎エージェントまたは E-エージェントとよぶ．C-エージェントは自分自身や他のエージェント（他の C-エージェントや E-エージェント）とインタラクションしながら抽象空間の事態を変化させる．このときコンポジションのための「種」を生成する．「種」は作曲モジュールにおいてはモチーフの変形に，建築 CAD においては設計操作に変換される．

現行システムは空間体験におけるシーンの連続性と音構造の体験における連続性ととの相違を確認するためのものである．建築空間のシーケンスの体験を音構造の体験に翻訳する実験の第一段階として，抽象空間を象徴化した建築空間とみなし，抽象空間を動き回るエージェントの視野に入る空間構成の像を「種」とする．具体的には，C-エージェントから見た E-エージェントの位置関係を「種」とする．

「種」から音構造への変換は次のようにする．各 E-エージェントに短音もしくはモチーフを割り当てる．これらの音やモチーフは音構造の属性の一部を抽象化したものである．具体的な音や旋律はつねに同一ではなく，C-エージェントと E-エージェントとの位置関係によって高さ，強さ，リズム，時間軸上での演奏位置などが定まる．音の高さは E-エージェントに割り当てられた音の高さと C-エージェントの視点の高さによって定まる．強さは C-エージェントと E-エージェントとの距離によって定まる．距離が長いほど弱い音になる．リズムは C-エージェントから見た各 E-エージェントの方位角と C-エージェント視野角の大きさとの関係によって定まる．

3.2 仮説

筆者らは次の仮説をたてている．すなわち，人の移動による建築空間のシーケンスの連続性と音構造の体験の連続性とは性質は異なるという仮説である．仮に名付けるとすれば，前者は mover 型のシーケンスと jumper 型シーケンスの混合，後者は jumper 型の

シーケンスである。Mover 型シーケンスは建築空間の体験者の物理的な移動に対応するシーケンスである。体験されるシーンは体験者の移動に応じて連続的に変化する。Jumper 型シーケンスは空間体験者の意識としての移動に対応するシーケンスである。代表的なものは建築空間を構成する要素（以下、空間構成要素）の間の不連続な視点の移動である。ある空間構成要素から別の空間構成要素に視点に移るとき、視点の移動を連続的に捉えているわけではない。シーンのシーケンスは不連続に変化する。

3.3 仮説検証実験

上の仮説を検証するために二種類の実験を行う。C-エージェントの視点を連続的に移動させて音構造を生成する実験（Mover 型シーケンス生成）と、C-エージェントの視点を、ある地点から別の地点に飛ぶように、不連続に移動させて音構造を生成する実験（Jumper 型シーケンス生成）である。それぞれの方法によって生成される音構造を体験し、建築空間の体験との関係性を把握する。第一段階では関係性の把握は作曲家または建築設計者たる筆者らの直観による。科学としての客観性の担保された知見は得にくい。仮説の妥当性検証の具体的方法を考えるための実験としては十分であると考えている。

仮説検証実験は以下の手順によって行なわれる。

- 1) 音楽のもつ多面的な構造を空間として視覚化し、空間の象徴性を音楽として聴覚化する。
- 2) 被験者は楽器である空間（空間楽器）かつ空間である楽器（楽器空間）とのインタラクションによって視覚と聴覚と身体感覚とが協調する環境を体験する。
- 3) 被験者が建築や音楽を生成するプロセスで、どのような操作をどのような意図でどのような組み合わせによって実行するのかを分析し、建築と音楽に共通する構成原理を抽出する。
- 4) 図面や楽譜の生成プロセスの共通性、空間構成と音楽と言語表現とに共通する身体性に着目する考察を行う。

4. まとめ

空間デザインにおける設計操作の構造と作曲における技法や操作の構造との共通性と差異を探究することを目的とする研究の概要、そのために構築中である、音楽と空間デザインとの関係性を把握する実験的システムについて報告した。システムは建築空間のシーケンスの体験を音構造の体験に翻訳し、時間軸上で楽曲として提示するものである。