

## 生成音楽理論分析システムのための和声解析

居福 修寛<sup>†</sup> 水谷 哲也<sup>‡</sup> 鈴木 達生<sup>‡</sup> 七澤 尚資<sup>‡</sup> 安江 梓<sup>‡</sup>  
 筑波大学第三学群情報学類<sup>†</sup> 筑波大学大学院システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

本論文では、音楽理論 Generative Theory of Tonal Music(GTTM)に基づき、『還元』における解析作業を自動化するシステムについて述べる。還元とは、音楽表層から抽象的な構造を段階的に抽出することを意味し、楽譜情報を階層的に解析する GTTM において重要な概念である。本研究では、機能と和声を考慮した楽曲構造の解析についての自動化を目標とし、まずその基礎として、和声解析の実現・評価を目指す。

### 1. はじめに

本研究の目的は、音楽理論 Generative Theory of Tonal Music(以下 GTTM) [1]に基づき、作品の段階的な還元を行うため、その基礎となる和声解析を実現することである。

音楽的経験の豊かな聴衆は、今までに聴いたことのない作品でも、彼らが持つ膨大な無意識的知識(音楽的直観)を元に解釈を行い、作品全体を大まかに理解することができる。GTTM の目的は、このような調性音楽の経験豊かな聴衆が持つ、共通した音楽的直観によって得られる内容を形式的に記述することにある。

GTTM の理論基盤は、Schenker の音楽解析理論 [2] と Chomsky の生成言語文法理論にある。Schenker は、声部書法解析という「和声と対位法が相互に影響する構造を解析する手法」を用いた。その解析手法は楽曲の表層から深層までを前景・中景・後景といった階層構造に還元するものである。なお、ここでの還元とは、楽譜情報から構造的に重要な部分を抽出することを意味し、その重要な部分とは、和声的な観点から相対的に安定している構造を指すことが多い。

また、GTTM は Schenker の分析法をさらに発展させ、「タイムスパン」という概念を用いた「タイムスパン還元」という分析を行う。タイムスパン還元とは、楽曲を階層的な時間間隔(タイムスパン)に分割し、各タイムスパンを構造上重要な音の集合に簡約化することである。それぞれのタイムスパンには構造上重要な音とそうでない音が含まれることが多く、和声解析は、より安定した構造を選択・抽出する際に必要なものとなる。

つまり、この Schenker の理論の流れを汲む GTTM の解析において、和声の知識は必要不可欠であり、重要な役割を担うのである。

### 2. 和声解析

GTTM のタイムスパン還元実装の第一段階として、和声解析システムを設計する。

なお、最初の解析対象として、和音が並ぶ作品(バッハのコラール)を課題とした。これは、システムが還元作業の為に使用されるので、どのような楽曲が入力として与えられたとしても、最終的には和音の羅列に帰着されるからである。

### 2.1 和声解析システム

一般の和声解析システムにおいて最低限必要な処理として、以下のものが考えられる [3]。

- ・調の決定  
曲が(現在)どの調にあるかを決定すること。これから和音の機能が決定される。
- ・和音の同定  
個々の和音を識別することであり、これには和音がどこからどこまでを支配するか、どの音が和声音か、コードネームの意味でどの和声音かを決定することが含まれる。
- ・和声進行解析  
和音機能の決定とカデンツの解析、さらには曲の和声的な構造の決定を行う。

### 2.2 GTTM のための和声解析

GTTM による分析システムの実現においては、複雑な和音よりもむしろ単純な和音を正確に決定できることの方が重要であることから、基礎的な和音情報の集合である和音辞書を作成し、それらのデータの組み合わせから和声解析を実現する方法を執る。つまり、与えられた作品の一つ一つの和音について、考えられる調や機能を数え上げ、それらを古典音楽のルール上最もふさわしいように組み合わせていき、構造を決定する。

この方法の利点の一つに、相互依存的な関係にある「調の決定」と「和声進行解析」の処理を、同時に行うことができる点が挙げられる。つまり、和声の機能を決定するために、あらかじめ支配的な調性を恣意的に指定する必要がなく、24 の調全ての中から可能性の最も高い調を、定められたルールをもとに選択するので、自動的な分析が可能となる。

また、ある種のグルーピングを行い、各構造の支配的な調を決定する階層的な手法を用いることにより、調の切れ目に対してより正確な分析を行うことができる。グルーピングの方法として、GTTM のグルーピング構造分析を用いることが考えられる。GTTM によるグルーピング構造決定についての研究は、多くの研究グループによって行われている [4]。

## 2. 3. 調の候補と選好規則

基本的に、和音一つ一つに対して辞書から複数の候補が得られるが、適用可能な候補が連続する調とそうでない調が存在する。それぞれの調ごとに見て、候補の連続が最も長く続くものが存在するとき、構造内の支配的な調は確定できる。

また、構造内で最も長く候補が連結できる分析が複数有る場合、次のような判断基準を用いて、最もふさわしいと思われる分析結果を確定する(上にいくほど優先度が高い)。

- ・V<sub>7</sub> - T, VII - T進行が(多数)存在する
- ・安定和音であるI度の和音が多い
- ・Tで開始する
- ・Tで終わる
- ・カデンツの規則にそぐわない進行がない(D-S進行は禁止されているが、実際の曲の中に少ないながらも存在する場合もある)

## 3. 解析手順

### 3. 1. 和音辞書

まず、解析の基盤となる基本的和音情報の辞書を作成する。辞書自体は大規模なものでないことから、今回はQDBM(Villa)を使用した。

データベースのキーには、2オクターブ内(転回も区別するため)の音のビット列、値には7\_0\_2\_0\_1のように“和音の種類\_調番号\_度数\_省略フラグ\_転回”の書式で文字列が保持される。

長音階と3つの短音階について、考えられる和音の度数・調・転回・省略などの情報をスクリプトで生成した。ただし、短調については、それぞれの短音階についてできる度数の和音について同一視した。

### 3. 2. 進行の決定

分析対象の和音一つ一つを、辞書のキーと同じ方法でビット列に変換し、辞書から検索する。辞書にその和音が含まれるとき、一つあるいは複数の候補のリストが返される。図1の和音進行を例とすると、それぞれの和音について表1のような8つの調の候補ができ、その中で唯一C durのみが全体にわたって機能を果たし、V<sub>7</sub>-I進行も存在する。よって、C durの評価値が最も高くなり、調と和声進行が確定する。

### 3. 3. PSYCHEプロジェクトと DAPHNE

筑波大学人工知能研究室ではPSYCHE(Program System - Conducted Harmony and Expression)と呼ばれる音楽情報処理研究が行われており[5,6]、本研究もそのプロジェクトの一環として行っている。本研究で実装されたシステムも、最終的には同プロジェクトで開発された統合楽曲分析システムDAPHNE(Declarative Analysis of Phrasing and Expression) [7,8]への組み込みも視野に入れている。

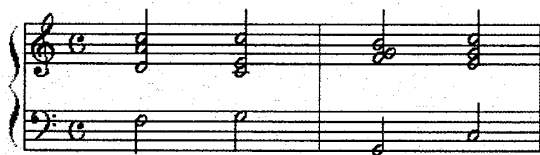


図1 譜例

調番号	調	(1)	(2)	(3)	(4)
0	C dur	7_0_2_0_1	5_0_1_0_2	7_0_5_4_0	5_0_1_0_0
5	F dur	7_5_6_0_1	5_5_5_0_2		5_5_5_0_0
7	G dur		5_7_4_0_2		5_7_4_0_0
10	B dur	7_10_3_0_1			
12	c moll	7_12_2_0_1		7_12_5_4_0	
14	d moll	7_14_1_0_1		7_14_4_4_0	
19	g moll	7_19_5_0_1			
21	a moll	7_21_4_0_1		7_21_7_4_0	

表1 分析候補

## 4. まとめ

今回、音楽理論 GTM の手法による楽曲解析を目的とする、辞書情報を基にした和声解析システムの設計を行った。

今後、この解析システムを基に、GTM によるタイムスパン還元システムを実現する予定である。

## 参考文献

- [1] Fred Lerdahl and Ray Jackendoff. *A Generative Theory of Tonal Music*. The MIT Press, 1983.
- [2] Heinrich Schenker. *Beethoven Fuenfte Sinfonie*. 1925. (野口剛夫訳(2000)『ベートーヴェン第5交響曲の分析』. 音楽之友社).
- [3] 平賀謙. コンピュータによる和声解析. 長嶋洋一, 橋本周司, 平賀謙, 平田圭二(編), bit別冊 コンピュータと音楽の世界, pp. 182-198. 共立出版, 1998.
- [4] 浜中雅俊, 平田圭二, 東条敏. 音楽理論GTMに基づくグルーピング構造獲得システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp. 284-299, 2007.
- [5] 五十嵐滋. 演奏を科学する~人工知能が創る音楽創らない音楽~. 株式会社ヤマハミュージックメディア, 2000.
- [6] Rumi Hiraga. *Musical Information Processing Reflecting its Structure*. PhD thesis, University of Tsukuba, 1999.
- [7] 劉劍利. 楽曲分析のための計算機支援システム DAPHNE. Master's thesis, 筑波大学大学院修士課程理工学研究科, 1998.
- [8] 七澤尚資. 叙述的音楽情報システムの楽曲記述方式の改良. 筑波大学第三学群情報学類卒業研究論文, 2007.
- [9] 島岡謙. 音楽の理論と実習I. 音楽之友社, 1982.
- [10] 菊池有恒. 楽典~音楽家を志す人のための~. 音楽之友社, 1979.