Vol.2015-MUS-106 No.20
Vol.2015-EC-35 No.20
2015/3/3

認知的音楽理論を併用した無伴奏曲の聴取分析

橋田 光代[1,a)]　片寄 晴弘[2,b)]

概要：単一の楽器で奏でられるいわゆる無伴奏曲においては，その旋律中に，いわゆるメロディに加えて，ハーモニー，（広義の）リズムが内包されている．本稿では，代表的な無伴奏曲バッハ「無伴奏チェロ組曲第１番 Prelude 」を題材にして，メロディの分析を行うものとして知られている GTTM, IRM を併用・拡張した理論での分析を試みる．

1. はじめに

一般に，ある楽曲を構成する音符群は，複数の旋律群（声部）によって成り立つ．各旋律は，いわゆるメロディー（主旋律）を担当するものから，ベースライン，リズム，ハーモニー等，なんらかの役割を分担する．これらは多くの場合，複数の人間が各旋律のいずれかを担当してひとつの楽曲を織り上げていくものである．

ピアノに代表されるように，一人で複数の旋律を演奏できる楽器の場合は，人間が一人で上記の役割をいくつもこなす必要がある．弦楽器や管楽器，歌唱も含めた旋律楽器においては，ソロ作品 *1 と銘打たれていても大抵はピアノ伴奏をともなうものである．ただし，ソロ作品の中には，作曲上の構成により，伴奏を持たず文字通りの単旋律でありながら，旋律自体がこれら複数の役割を持つ楽曲も存在する．その筆頭が無伴奏曲と呼ばれるもので，J. S. バッハ作曲「無伴奏チェロ組曲第１番 Prelude（以降，Prelude と称する）」は，コマーシャルでも良く取り上げられている代表曲である．

無伴奏曲とは，通常伴奏を伴って演奏する旋律楽器において，伴奏を伴わない形態で演奏される形式のことを指し，その旋律のなかに，メロディ，ハーモニー，（広義の）リズムが内包されている．本稿では，この曲を題材とした認知的音楽分析を試みる．

音楽理論の代表的なものとしては和声学や対位法などが知られているが，音楽の成り立ちについては考慮されているものの，聞き手がどのように聞いているのかという点についてはほとんど考慮されない．これに対して，人の音楽の聞き方に焦点をあて，より解析的に音楽を分析しようとする立場から提唱されてきた認知的音楽理論がある．一般的な音楽理論の代表的なものとしては，Lerdahl と Jackendoff による GTTM[1] と Narmour による IRM[2] が知られており，計算論的な実装を目的とした研究 [3] がなされている他，演奏の表情付け研究領域での楽曲分析部でも多く利用されてきた [4]．GTTM, IRM ともにメロディの解析を取り扱った理論であり，前者はメロディ中の重要音およびグループを木構造への記述（簡約化），後者は，音のシーケンスからの次の音が予測できるからどうかという視点に基づいた closure の解析を主体とした理論である．

冒頭で述べたように，「無伴奏チェロ組曲第１番 Prelude」は，単旋律のみで構成されるため，GTTM や IRM への親和性は高い．一方で，メロディ中の経過音にいわゆる一般的な楽曲での伴奏音が含まれ，例えば，IRM の考え方をそのまま適用して分析しようとした際には，正しくない解釈がなされてしまう．本稿では，「無伴奏チェロ組曲第１番 Prelude 」のメロディの解され方（音を省略した際の歌われ方や記憶のされ方）を調査し，GTTM と IRM を拡張したモデルによって，メロディの解され方の解釈を試みる．

2. 無伴奏チェロ組曲第１番 Prelude の聴取

2.1 楽曲について

J. S. バッハによるこの楽曲は，20 世紀初頭にチェロ奏者のカザルスによる演奏が知られて以降，チェロ奏者の聖典とも言えるほどの名曲 [5] として世界的に知られているチェロ独奏曲である（**図 1**）．平均的なテンポはおおむね，BPM=60〜72 前後で，チェロを習い始めて２〜３年の中級者（左手のポジション移動ができるようになる頃）から取り組める練習曲として積極的に取り上げられている．

技術的な難易度が低めである一方，音楽としての美的表

1 相愛大学
Soai College, Osaka 541-0053, Japan
2 関西学院大学
Kwansei Gakuin University, Sanda, Hyogo 669–1337, Japan
a) hashida@soai.ac.jp
b) katayose@kwansei.ac.jp

*1 単一楽器，あるいは一人の奏者による演奏のこと．

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan

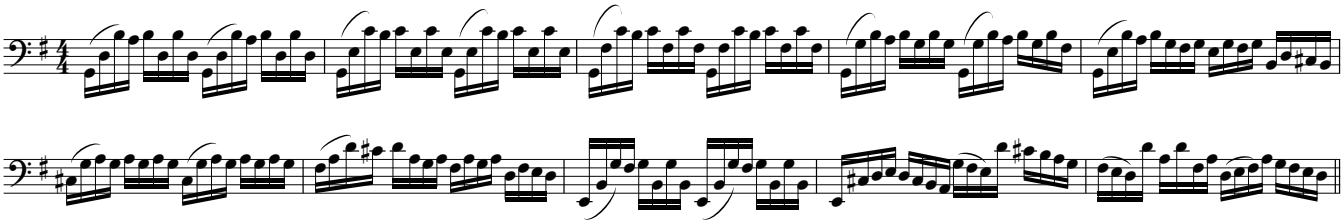

図 1 J. S. バッハ「無伴奏チェロ組曲 BW1007 Prelude」冒頭部.

現を究めようとすると，一生涯をかけて研究する対象にもなり得るほど，深い洞察や分析，解釈が可能な奥深さをも合わせ持つ.

2.2 聴取上の作業仮説

Prelude は，１章で述べたように，無伴奏であるゆえに，旋律としてのメロディらしさ，ハーモニー，リズムの要素がすべて単旋律の中に包含されている．したがって，譜面上は単旋律であるが，聴取者によって様々な認識が起こり得る．以下に，作業仮説を挙げる.

複数の声部として聴取 単旋律を聴取していながら，実際は複数の声部が存在しているかのように解釈される．音高推移が大きく跳躍しているような場合など，聴覚的な錯覚によって起こり得るものと考えられる.

音楽経験との関係 Prelude は世界的にも有名な楽曲であるが，その楽譜を見たことがある人は必ずしも多くないと考えられる．演奏時には，奏者の音楽解釈に沿って，テンポのゆらぎや，各音の強さ，奏法が様々に推移しながら進行していく．それらの細部な表現（アーティキュレーション）を選択的に聞き取っていくと，楽譜には記述されないようなグルーピングを意識下に浮かび上がらせることが可能である．楽器演奏経験のないものでも，特徴的な音色に注意すると聴取できることもある.

既存の認知的音楽理論に沿うか？ GTTM[1] における楽曲構造解析では，拍節構造に沿って音符列が簡約されていく．上部構造に残る音符が，楽曲全体の骨格をなすものであるという位置づけである.

Prelude に GTTM 分析を行うと、四分音符単位，二分音符単位，小節単位で浮き上がる音符列は**図 2** のようになる．拍節構造のレベルを上げていけば、例えば演奏の早送りにおける要約演奏を生成できる可能性も示されている [6].

このような提案に対し，本研究の興味としては，もとの演奏を，音符列はそのままに n 倍速で再生したら，GTTM 分析と同様の音符列が認識されるだろうかという点である．頭の中で高速再生した演奏を想像してみて，実際その通りの音符列が聞こえるか，というように考えてみることも可能であると思われる.

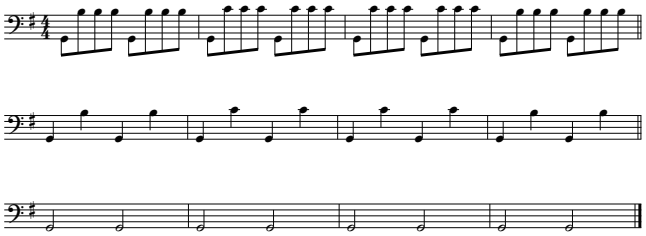

図 2 GTTM 分析による Prelude の簡約後の音符列（冒頭４小節のみ）．上から順に，八分音符単位，四分音符単位，二分音符単位で残る主要音を示す.

3. 分析

第２章の作業仮説に基づき，著者らを含めた 20〜50 代の聴取者７名（うち２人は音楽修士号保持者）に，以下のような手順で Prelude を聴取してもらい，各演奏がどのように聞こえたかについて調査した.

ここでは，著者らによる分析と，ほか５名による聴取の結果について述べる.

3.1 分析方法

まず，Prelude のうち，聴取範囲を冒頭４〜８小節に絞り，そこまでで聞き取れる範囲について，著者らの聴取可能性について事例候補を挙げておく．その分析を踏まえつつ，５名の被験者に対し，演奏速度と音源を変えた Prelude 演奏を聴かせ，それぞれどのように聞こえるかを自由回答方式で答えてもらった.

演奏の聴取にあたっては，人間の実演奏を用いたいところである．しかしながら，実演奏には，奏者自身の音楽解釈が必ず反映されるため、被験者の聞き取りにおいてバイアスがかかる可能性がある．一方，ソフトウェア音源を用いる場合は，使用する楽器（音色）によっても聞こえが変わる可能性が十分に考えられる.

ここでは，８小節分の表情なし MIDI データを作成し，ソフトウェア音源 Garritan ARIA Player のチェロ（Cello Plr1）とピアノ（Acorstic Grand Piano）再生した音源を用いた．テンポについては，BPM = 72 を標準速度とし，２倍速，３倍速，４倍速による演奏再生を行った．原曲はすべて十六分音符で構成されているので，２倍速は八分音符単位，４倍速では四分音符単位での聴取分析に該当する.

3.2 回答方法

音楽演奏分析においては，人間の聴取を通じた解釈をいかに表現（記述）するかが大きな課題となる．

現時点では，音響信号から ‘音楽的’ に聴取したものを，明文化する手法が確立していない．伝統的に採られてきた手法としては以下の２点が挙げられる．

- 西洋五線譜の様式で五線譜として記述する
- 擬音語（オノマトペ）として記述する

主に西洋音楽を題材としているので，もっとも確実なのは五線譜記述を介しての聴取調査ということになる．が，五線譜を十分に書きこなす記譜能力がある聴取者とは，ほとんどの場合，作曲経験者であり，圧倒的に絶対数が少ない．大多数の一般聴取者にとっては「耳で聞いたら理解はできるが，それをどう表現したらいいかわからない」という事態が頻発するのが現状である．

Generative Theory of Tonal Music（GTTM）[1] と Implication-Realization Model（IRM）[2] は，楽曲全体のハーモニーやリズムを背景にしつつ，おもにメロディを対象にその構造解析と記述手法を提唱した認知的音楽理論である．いずれも，楽譜を対象としたシンボリックな分析を行うものであるが，その根底には人間の音楽的直観（musical intuition[1]’）が深く関わっている．具体的には，ゲシュタルトの法則を聴覚に当てはめた認知プロセス [7], [8], [9] や，音楽に対する，時系列進行に伴う心理的な期待度に相当するものである．ただし，これらもやはり，音楽経験の豊かな者，すなわち，五線譜の読譜能力を有することが前提となる．

ここでは，各被験者に対し，楽譜を見て音符を特定できる場合はそれを指示してもらい，難しい場合は，スキャットのようにそのリズムを口ずさんでもらうという方法を採った．

3.3 被験者

著者らを含む聴取者７名（20 代〜50 代）のうち，筆者を含む２名は，ピアノ，音楽学に関する修士号を持つ．１名についてはとくに楽器経験と呼べるものはなく，残る４名は，専門的な音楽の訓練は受けていないものの，数年以上におよぶ楽器演奏経験を持つ．

なお，著者らを除く５名については，聴取を始める前に，Prelude についての事前知識を調査した．その結果，全員から以下の回答を得た．

- 曲名を聞いてもどの曲かはわからなかった
- 標準速度で再生してみせたところ、最初の数音で，聞いたことがある曲であることが分かった
- ただ，楽曲は聞いたことがあるが，具体的に特定の演奏間を同定することはできなかった
- 楽曲の全部を知っているわけではない．つまり，冒頭部がある程度分かるが，続きについては知らないという状況である
- 楽曲の楽譜を見た事は無い

このほか，全員，認知的音楽理論を用いての楽曲分析は行ったことがない．

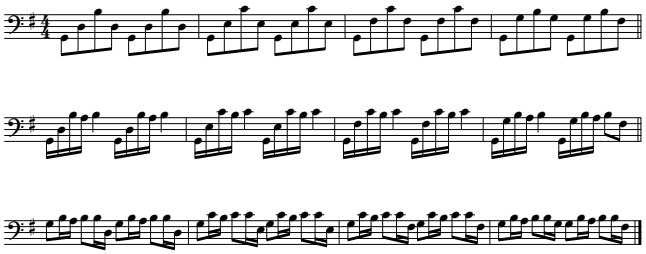

図 3 聴取時の旋律認知の可能性

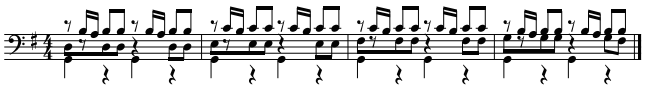

図 4 聴取時の旋律認知の例（３〜４倍速時）

図 3 に，GTTM と同レベルの音符単位で，それぞれ認知すると思われる音符列の例を示す．

このほか，筆者の場合，楽譜上には存在しない音符を「そこにあるもの」として認知するということも生じてくる（**図 4**）．

4. まとめにかえて

本研究では，バッハの無伴奏チェロソナタ組曲第１番プレリュードを題材に，楽曲の聞こえに関する調査を実施し，認知的音楽理論 GTTM と対比しつつ，その「聞こえ」の解釈を試みた．その上で，予備調査として５名の被験者に，速度を変えた複数の演奏を聴いてもらったところ，GTTM 分析に合致するような聴き方，あるいは，単旋律を複数声部に分かれるような聴き方をした被験者はいなかった．

音楽構造分析についてはかねてより多くの事例研究がなされているが，実際に人間が聴取しているものについて，実践的な調査を行った例はまだほとんど見られない．今後，聴取を通じての音符レベルでの認知について，継続的に調査を進めていきたい．なお，研究発表当日は，本稿で用意した演奏データについて公開聴取を実施し，会場参加者にも認知分析の一端を体験してもらうことを予定している．

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費助成事業 若手研究 B「音楽演奏表現における人間ー機械系として最適な演奏デザイン方法論の構築（研究課題番号：24720082)」の助成を受けて実施された．

参考文献

[1] Lerdahl, F. and Jackendoff, R.: *A Generative Theory of Tonal Music*, MIT Press (1983).
[2] Narmour, E.: *The analysis and Cognition of Basic*

Melodic Structure, University of Chicago Press (1990).
[3] 浜中雅俊，平田圭二，東条　敏：音楽理論 GTTM 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).
[4] Kirke, A. and Miranda, E. R.: A survey of computer systems for expressive music performance, *ACM Computing Surveys*, Vol. 42, No. 1, pp. 1–41 (2009).
[5] Wikipedia: http://ja.wikipedia.org/wiki/無伴奏チェロ組曲.
[6] 平田圭二，松田　周：パピプーン：GTTM に基づく音楽要約システム，情報処理学会研究報告，Vol. 2002, No. 63(2002-MUS-046), pp. 29–36 (2002).
[7] B. スナイダー：音楽と記憶—認知心理学と情報理論からのアプローチ，音楽之友社 (2003).
[8] R. アイエロ：音楽の認知心理学，誠信書房 (1998).
[9] 保科　洋：行きた音楽表現へのアプローチ—エネルギー思考に基づく演奏解釈法，音楽之友社 (1998).
[10] 橋田光代，長田典子，河原英紀，片寄晴弘：複数旋律音楽に対する演奏表情付けモデルの構築，情報処理学会論文誌，Vol. 48, No. 1, pp. 248–257 (2007).

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan