

## ジャズセッションシステムのための音楽認識処理の一実現法

金 森 務<sup>†</sup> 片 寄 晴 弘<sup>††</sup> 新 美 康 永<sup>†</sup>  
平 井 宏<sup>†</sup> 井 口 征 士<sup>††</sup>

本稿ではジャズセッションシステムのための音楽認識処理について述べる。ジャズセッションは、演奏者および聴取者がライブ演奏を楽しむために行われる音楽形態である。メロディー、ハーモニー、リズムなどを通じて、演奏者の意図の交換が行われている。我々はリアルタイムのノンバーバル・コミュニケーションの研究対象として、音楽セッションのモデル化とそのシステム化を行っている。音楽セッションにおける奏者間の伝達要素を機能的に、1)論理的制約：事前の打ち合わせや音楽理論によって全体の進行を方向づけるメッセージ、2)感性情報：奏者の心理的な状態を示すメッセージでそれ自体は強い制約ではなく、応答については相手の性格に大きく委ねられるもの、に分類し、これらのメッセージの抽出機構と反応機構に基づいたセッションシステムの構築を行っている。音楽知覚という問題を一般性を持っていると思われる部分と個性による部分に分けることで、セッションシステムのユーザ・インタフェースという観点から扱いやすい形に整理した。また、音楽の情動を扱うための枠組みとして、音楽の期待感を扱う認識、分かった時点での喜びを扱う認識、マクロ的に情動を扱う認識の機構について述べる。システムはリアルタイムで動いており、音楽聴取部では筆者の一人である音楽家の実践的経験則をインプリメントしている。ここでは、音楽聴取部についての実験結果を示した。

### A Study of Music Recognition in a Jazz Session System

Tsutomu Kanamori,<sup>†</sup> Haruhiro Katayose,<sup>††</sup> Yasuhisa Niimi,<sup>†</sup>  
Hiroshi Hirai<sup>†</sup> and Seiji Inokuchi<sup>††</sup>

In this paper, we describe a listening model in a Jazz session system. The music session is a musical form of which players and an audience enjoy a live performance. Players exchange their intention through melody, harmony, rhythm and other musical primitives which construct music. We have been developing a Jazz session system based on handling the messages in music; logical constraint and sensuous information. Logical constraint is a scenario or musical theories which prescribe plausible performance. Sensuous information is the message conveying the psychological state of the player, but the response to it depends on the personality of other players. We made a listening model which consists of the music recognition from objective viewpoint and the personal viewpoint. This model is effective to realize a personality in a session system. The musical knowledge accumulated in this system is based on a practical experience of a Jazz musician. This paper also considers three methods to recognize emotions included in the music. We show some experimental results of the listening part of the Jazz session system which runs in real-time.

#### 1. はじめに

マルチメディア社会の到来に伴い、人間と機械のインタラクションに関する注目が集まっている。音楽分野における人間と機械のインタラクションに関する研究は、インタラクティブ・コンポーザリング、自動伴奏、音楽セッションシステムなどに分けることができる。

インタラクティブ・コンポーザリング<sup>1)</sup>とは、計算機内にアルゴリズムを持たせ、人間と機械との相互作用によって作曲を行っていくものである。自動伴奏<sup>2)~4)</sup>とは、計算機が予め楽譜データを持っており、人間の演奏表現やミスの入ったソリスト演奏に対し、追従した伴奏を行うものである。音楽セッションシステムとは、複数の人間が音楽を演奏し、即興性を楽しむセッションという形態を模擬することを目指したシステムである。以下に音楽セッションシステムに関し、今までに報告された研究例の特徴を紹介する。

ニューロ・ミュージシャンは、ニューラルネットを用いて、ドラムス、キーボード（鍵盤楽器）の二種類

<sup>†</sup> 京都工芸繊維大学大学院  
Faculty of Engineering and Design, Kyoto  
Institute of Technology

<sup>††</sup> (財)イメージ情報科学研究所  
Laboratories of Image Information Science and  
Technology

のパートナを実現している<sup>5),6)</sup>。ここでは、予め用意した演奏パターンを入力とし、教師信号としてこの入力パターンの後に行われる演奏パターンを与えることによって学習が行われる。実際にキーボードの演奏例で音楽家からみて面白いパターンが生成されることも示されており、複数の演奏パターンにおける補間が一種の創造となることが主張されている。しかし、ニューロ・ミュージシャンは、内部がブラックボックス的に扱われていることに起因する問題を持っている。学習セットに使われたメロディーに対して和声の制約が暗黙的に使われていることや、個性などを扱う際には、個々の奏者に相当するデータ例で初めから学習させる必要があるという拡張性に対する不備などである。

内部モデルを考慮したシステムとしては Cypher がある<sup>7),8)</sup>。このシステムは、リスナ部とプレイヤー部から成り立ち、リスナ部においてはマルチ・エージェント・モデルを用いて音の密度、音域、強弱などのほか、コード、フレーズなどの認識を行っている。ユーザはリスナ部で得られた認識結果に対して、シーケンスデータの演奏、作曲プログラムの呼び出し、入力された MIDI 信号の直列的な変換の3種からなる応答の仕方を定義付けることによって、外部からの演奏に応じた反応を行う機構が実現されている。Cypher では、セッションにおける感性情報の抽出、メッセージの伝達や制御に関してはあまり触れられていない。リスナ部とプレイヤー部との接続に関してはユーザが定義するという立場が取られ、インタラクティブ・コンポーザのための支援装置としての性格が強い。

ジャズセッションにおけるシステムの感性的な反応に取り組んだ例としては Jasper をあげることができる<sup>9)</sup>。Jasper は、12小節ブルースを対象とし、ピアノのソロに対し、ドラムス、ベースの伴奏を計算機が行うシステムである。ピアノ演奏の音域、強弱、音数から、演奏者の盛り上がりに対応するテンション・パラメータを計算し、それに応じた伴奏パターンを選択する。テンション・パラメータの低い状態が続いた場合は、伴奏パターンに変化を与えるという形で応答する。Jasper は興味深いシステムではあるが、物理的に激しく正しい演奏と、同様に間違った演奏に対し、同一の応答が演奏に出てきてしまう。これは、テンション・パラメータという一次元的な信号だけで演奏の制御を行い、音楽的な認識が行われていないからである。

我々は、マルチ・エージェント・モデルを利用して、ジャズセッション・システムの開発を進めている<sup>10)-12)</sup>。このシステムでは、数パートからなるジャズセッションの各パートを一つのエージェントとみなしている。各エージェントは、他者の演奏を認識する音楽聴取部、自らのパートを演奏する演奏生成部となり、聴取部と生成部における個性を記述するものとして個性プロフィールが与えられる。音楽聴取部の扱う音楽情報は、純粋な音響信号ではなく MIDI 信号を用いている。音楽聴取部はメロディー、コード、ハーモニーなど、音楽的に意味のある情報を抽出する部分と、これらの情報およびその時系列から想起されるであろう感性情報を抽出する部分から成り立っている。感性情報は、特定の形式の音楽パターンを聴いたときに、引き起こされる情動を「安定感」、「緊張感」などといった特定の形容語を用いて表現する。そしてこれら「緊張感」などの相対的な大きさの変化を時間関数として出力する。また、これらの情報を抽出する部分もマルチ・エージェント・モデルによって構成される。

個性プロフィールには、音楽情報から感性情報を抽出する際に用いるパラメータや、抽出された感性情報に従って自らの演奏を制御するためのパラメータが記述されている。また、音楽情報の中で万人共通で明確な感情を起させるものについては、個性プロフィールに記述することなくシステム固有のものとして、直接的に感性情報を抽出する経路も持っている。Cypher では、プレイヤー部への接続には音楽知識を必要としているが、本システムでは、このようなシステム固有の感性によって、音楽生成部に関連する条件を作成することができ、ユーザのレベルに合わせた利用が可能である。

## 2. セッションシステムの概要

### 2.1 ジャズセッションの特徴

ジャズセッションでは、各奏者間に固定された支配関係は存在しない。演奏の進行により、主張する奏者、それを認める奏者、無視する奏者、その結果新しく主張する奏者などと、各奏者の役割は自在に変化する。ある奏者の主張に対する反応の度合いも一定ではなく、強い主張に対し、より強い演奏で反応したり、合奏の形態を離れ奏者全員の合意のもとに、特に強く主張する奏者を一人選び、彼のソロ演奏に移行し、他の奏者は鑑賞者にまわることもある。実際のセッション

ンでは、参加する奏者の個性によって演奏の進行が制御され、この個性のモデル化が極めて重要である。

当然のことながら、セッションシステムは、各奏者は互いに相手がどのような演奏をしようとしているのかを理解している必要がある。例えば、相手がソロを取ろうとしているのか、緊張感の高いソロを行っているのか、また、奏者全員が音楽的認識を共有し演奏が進行しているかなどを常時監視している必要がある。

ジャズでは故意に多義性を残した演奏で独特の緊張感を表現することがある。例えば、メロディー・ラインの解釈において、II**7**-V**7**-I**maj****7**の進行時に、V**7**の代理としてII**7**が多用される。演奏のある時点での状況からは、V**7**とII**7**のどちらを通るかわからないとき、コード奏者は一瞬演奏を止めるか、あるいは、V**7**とII**7**の共通音(3度、7度)だけを弾いて、ベース奏者の出方を待つことが普通に行われる。このような状態では、テンション・ノートの指示をコード奏者が行わないため、メロディー・ラインに自由度が増す。メロディー奏者もこの事実を意識しながら演奏を進めるので、奏者間に音楽的緊張の共有感が生まれる。こうしたことが即興演奏を主な目的とするジャズ演奏の醍醐味の一つとなっており、この多義性を考慮したセッションシステムを作り出すことも重要なことである。

## 2.2 エージェントを利用したセッションシステム

音楽セッションシステムの簡単な実現例としては、人間の奏者からの演奏情報を調べ、各パートの演奏のスケジュールを決定し、セッション中のすべてのパートを制御するという方法がある。この方法は、ある種の確率モデルを導入することがなければ、計算機の出力する演奏パターンはいつも決まったものになり、独特の緊張感を持つジャズ演奏を実現することは不可能である。ジャズセッションでは、奏者の個性、身体の状態、曲についての簡単な事前の打ち合わせ(シナリオ)と合図、および観客も含めた周りの状況などが、演奏を左右する重要な要素となる。本研究においては、演奏に参加するプレーヤを音楽聴取部、演奏生成部、個性プロフィールから成り立つエージェント<sup>13)</sup>と

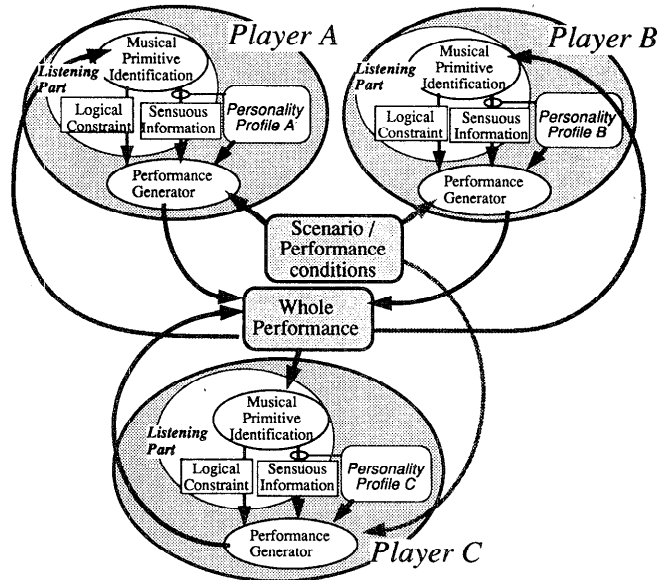


図1 音楽セッションモデル(3人の参加者を想定した場合)

Fig. 1 Music session model.

見なし、そのインタラクション・セッション・モデルの構築を進めている。このモデルを図1に示す。図は3名の奏者による例を示している。

音楽聴取部は音楽要素を認識する部分、演奏者の個性に依存した感性情報を抽出する部分からなっている。この部分については3章以下で詳しく説明する。

個性プロフィールは演奏者の聞き方と応答の仕方についての個性を外から与えるものである。個性プロフィールには嗜好パラメータと演奏生成パラメータがある。嗜好パラメータは音楽聴取部の後段で、客観的な情報である音楽要素から主観的な感性情報に変換する際に使用される。聴取した音楽要素に対し、メロディー重視型やハーモニー重視型という自己の音楽的性格(嗜好)を示すものと、聴取した音楽要素に対し、何について興味を持っているのかを示すものが与えられている。本論文では演奏の生成については述べないため、演奏生成パラメータについての説明は省略する。以上のパラメータ、すなわち参加メンバーの性格を変えることによって、譲り合い、あるいは、ソロの取り合いといったセッションの多様性が実現される。

個性プロフィールの各種パラメータに変更を加えることで、全体のセッションがどのように変わるかを体験することができ、体験を通じた評価と各種パラメータの調整が可能である。

### 3. 音楽聴取機構の概要

聴取者が音楽を鑑賞したときその認識が客観的か、または主観的かを判断することは非常に困難である。本研究では、演奏を構成するすべての基本的な音楽要素（例えば、コード、ハーモニー、調性など、以下音楽プリミティブと呼ぶ）の認識は万人共通で、その感性情報処理的な扱いと応答の仕方が個人によって異なるという前提で、演奏者のモデル化を行っている。図1に示した各演奏者のモデルの概要を図2に示す。音楽セッションにおける音楽聴取部から演奏生成部への伝達要素を機能的に、1)論理的制約：事前の打ち合わせや音楽理論によって全体の進行を方向づけるメッセージ、2)感性情報：奏者の心理的な状態を示すメッセージで、それ自体は強い制約ではなく、応答については相手の性格に大きく委ねられるもの、に分類して扱っている。前者は認知された音楽プリミティブを、演奏生成時における制約として扱うものである。後者は音楽プリミティブの時系列に対し解釈を行うことによって得られるものと考えている。

#### 3.1 音楽プリミティブ

人間が音楽を聞くときには、さまざまなレベルでの認識を行っている。音響信号レベルからの解析も考えられるが、本システムでは MIDI 入力を前提としている。音響知覚レベルとしては、音域、音の大きさ、

音数などの抽出を行っている。音楽知覚レベルとしては、コード、メロディー、テンション・ノート、リズムなどの解析を行っている。さらに、上位音楽知覚レベルとしては、コード進行や調性などの解析をリアルタイムで行っている。音楽プリミティブとは、上記の各レベルで扱うすべての音楽的要素を総称するものである。これらの音楽プリミティブの抽出は、インプリメントのしやすさやシステムの拡張性を考えて、各エージェントの協調動作によって実現する。音楽プリミティブは演奏の制約条件として使われるほか、後述する感性情報の抽出の前段としても利用される。

#### 3.2 感性情報

感性情報の定義に関しては様々な議論もあるが、ここではシステムのユーザ・インタフェースおよび演奏生成における制御の容易さを考えて、感性的音楽性格 (Emotional Character, 以下 EC と呼ぶ)、統合感性的音楽性格 (Total Emotional Character, 以下 TEC)、統合音楽的興味パラメータ (Total Interest Parameter, 以下 TIP)、パートナー主張パラメータ (Partner's Insistence Parameter, 以下 PIP) と呼ぶ4つのパラメータを扱っている。

##### 3.2.1 感性的音楽性格 (EC)

本稿で音楽プリミティブと呼ぶもののうち、多くの人に「安定感」、「緊張感」といった言葉（以下、感性形容語と呼ぶ）で表現できる感情を、引き起こさ

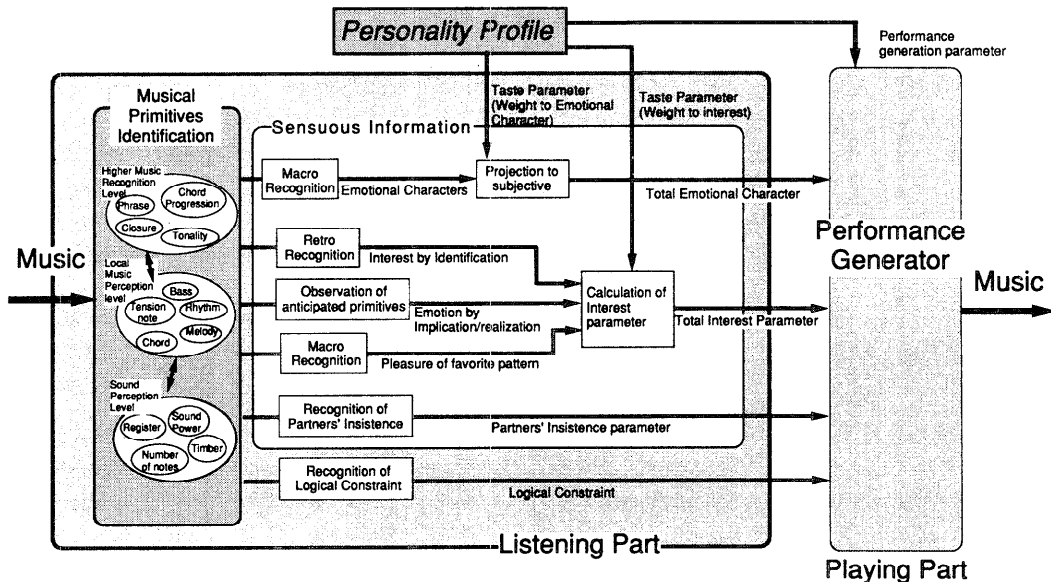


図2 音楽セッションモデルにおける音楽聴取過程  
Fig. 2 Music listening part in a music session model.

せるものがある。EC とは聴取した音楽プリミティブによって引き起こされる感性を含むシンボルであり、「トニックによる安定感」などのように、「(音楽プリミティブ)による(感性形容語)」という形で表現される。EC は、個性プロフィール内の嗜好パラメータにより、より広い概念の感性形容語と関連付けられ、次節でのべる主観的かつ、総合的な感性情報である TEC へと変換される。なお、ユーザは、EC を直接的に演奏生成時の条件として用いることができ、音楽的な呼び名を知らないときに有効な手段となっている。

### 3.2.2 統合感性的音楽性格 (TEC)

著者のうち金森は、音楽家としての実践からセッションには、二種の聞き方が存在することを実感している。一つは演奏全体を評価し楽しみながら聴取する観客の聞き方と同一のものであり、受動的な聞き方である。もう一つは自己の演奏を創作するための情動を求める他の奏者を意識した耳であり、能動的な聞き方である。前者に相当するのが、本節で述べる TEC である。後者に相当する TIP については次節で述べることにする。

TEC とは、種々の音楽プリミティブによって引き起こされる情動を、音楽生成に重要と考えられる少数のより包括的な次元にまとめあげたものである。感性形容語  $i$  によって表現される感性の強度を  $TEC(i)$  で定義する。TEC( $i$ ) の計算を以下に示す。

$$TEC(i) = \sum_p EC(p, i) \times Vec(p)$$

ここで、 $p$  とは音楽プリミティブを表す。EC( $p, i$ ) は EC を包括的な次元  $i$  に投影したときの強度を表し、一般的なパラメータとしてシステム内に蓄えられている。Vec( $p$ ) は  $p$  に対する重視度を示し、個性プロフィール内の嗜好パラメータに記述されている。TEC 自体は主観的な情報を扱うものであるが、システム使用時にユーザがそのためのすべてのパラメータを設定することは非常に煩雑である。理論的には大雑把な面があることを否めないが、ほぼ文化依存と思われる部分は共通に扱い、音楽プリミティブに対する反応の仕方と、どの音楽プリミティブを重視するかという部分を個性プロフィールとして記述している。

現在、形容語としてはテンション(緊張感)と重たさ(リズムに対するのり)を取り扱っている。テンションとは演奏生成部において、主にメロディー・パートやコード・パートで取りうるノートの選択に使われるものであり、重たさとはベース・パートやリズム・パートで時間軸上での音のオンセット、オフセットに

働くものとなっている。将来、演奏生成部における処理の細分化が進んだときには、その他の形容語、例えば、複雑さ等も考慮するが、基本的にここで扱う形容語の数は限定したものととして考えている。

### 3.2.3 統合音楽的興味パラメータ (TIP)

TIP とは演奏全体に対し、奏者がどのくらいの興味を持って聞いているかを表すパラメータである。このパラメータは掛け合いに対する興味度として使われ、伴奏での協調性やソロ演奏の順序など演奏全体の進行を制御する。もし、このパラメータがある期間にわたって 0 が続いた場合、すなわち、奏者の興味が続かないような演奏が入ってきた場合は演奏が打ち切られる。TIP は次に述べる三つの認識手法に基づいて計算する。

音楽的興味の認識について、音楽聴取による情動に関しては、マイヤー<sup>14)</sup>、ナーモア、村尾<sup>15)</sup>などによってモデル化が試みられ、あるいは議論がされている。これらの研究は、音楽的には精緻であり、本研究に関しても大きく関連する部分があるが、音楽学、あるいは哲学的なアプローチでの説明を目的としており、コンピュータシミュレーションモデルを示したものにまでは至っていない。ここでは、システムとしての実現しやすさ、および筆者である金森のプロとしての音楽経験をもとに、a) 予想認識(予想した音楽プリミティブが実際に実現したときの喜び)、b) 逆行認識(時間進行を通して音楽がわかったときの喜び)、c) マクロ認識(好きなパターンが来たときの喜び)を音楽的興味の認識を構成するものとして利用している。

#### a) 予想認識

このモデルを実現するには音楽的な傾向を把握して予想を行い、その逸脱に対して、TIP を操作するという方法が考えられる。予想を行う対象としては、さまざまなレベルのものが考えられるが、本システムでは、音楽様式として確立した音楽プリミティブのシーケンスを扱っている。これらを登録し、そのシーケンスの最初に相当する音楽プリミティブを検出したときに、以下に示すタスクにより認識を行う。予想の開始点としては、IVmaj7、V7 や、ペダル・トーン、クリッシュの開始などを考える。これに対し、終止形としてのトニック、ペダル・トーンやクリッシュの終了を予想の実現として扱う。予想を開始し、それが実現するまで、連続的に TIP の値を変化させ、実現の時点でピーク値を与えその後、0 に近づけている。予想が実現されない時間が長く連続した場合には、この

TIP を 0 にし、忘却を行うという手続きを取っている。また、音楽的な情動とは若干異なるかもしれないが、連続性を持つ音楽プリミティブについて、連続性の破れた時点の認識も予想認識に基づくものと位置づけている。

#### b) 逆行認識

即興演奏を主体とするジャズでは、故意に調性が曖昧に感じられるようなコード進行や、メロディーで演奏されることがある。この場合に聴取者は複数の候補の中で困惑し、やがて理解したとき何らかの喜びを感じるものである。この喜びは徐々に高まるというものではなく、わかった瞬間に解き放たれるという性格を持っている。ここでは、分かった瞬間にそれまで理解できなかった部分も含めて認識が行われるという経験的な感覚から逆行認識と呼んでいる。

基本的には以下の示す方法でこのタスクを実現している。

- (1) 理解できない所は仮説とし、一時記憶にとどめる。
- (2) 新しく理解し得た時点から過去に遡って評価する。

(1)の段階では局所的な解釈は行われるが、全体的なつながりに関しては理解されていない。(2)において全体的なつながり(意味)が評価する。このとき、意味の評価に成功した場合には嗜好パラメータ(その対象に対する重視度)を掛け合わせ、ピーク値として出力し時間と共に減少させるという形で TIP を求める。

#### c) マクロ認識

音楽における興味は、基本的に上記の二種の認識過程によって引き起こされると考えることができる。しかし、ポップスやポピュラーソングに見られるように、流行したことのある曲には、幾つものマクロ化した一定の形式が存在する。マクロ化されるものは、民族性や流行に支配されるが、こうしたジャンルの作曲家も流行を意識し、マクロ化されたものを積極的に導入している。

ここではマクロ化した形式自体をテンプレートとして準備し、ダイナミック・パターン・マッチングを用いることで実時間処理を行っている。時間的な処理については逆行認識と同じである。

TIP の計算法は基本的に TEC と同様に扱うものとする。前述の認識法(予想、逆行、マクロ)からの出力を TIPe, TIPr, TIPm として、以下に示す式で

TIP を求めるものとする。

$$TIP = E \times TIPe + R \times TIPr + M \times TIPm$$

E, R, M, マクロ認識に必要なデータベースは個性プロフィール内の嗜好パラメータに記述されている。

#### 3.2.4 パートナ主張パラメータ (PIP)

PIP は自分の演奏に対する他の奏者の主張度と協調度を示すものである。奏者の数だけ独立して存在し、演奏生成部でセッションの進行を制御するためのもの。奏者間のソロ演奏や指導的立場についてその展開を制御する。

相手の主張度と協調度は、自己の演奏に含めた音楽的意図に対する相手の反応に現われる。PIP は他の奏者の演奏について相違点は主張度として正に、類似点は協調度として負に計算を行い値を決める。例えば、サビの直前やコーラスの終了部はターンバックと呼ばれ、多数の循環コード進行が選択可能である。実際のセッションでは、コード奏者またはベース奏者のどちらかが指導的立場を取り進行を決定する。また、どちらが決定するかは演奏の状況による。システムでは、ターンバックの直前で指導的立場に対する意思決定の必要性が起きると、すべての PIP と自己主張パラメータの比較から自ら指導的立場を取り、どの循環コード進行に決定するか、または相手の演奏に従うかの行動が決定される。

### 4. 音楽プリミティブの認識と感性情報の抽出

#### 4.1 音楽プリミティブの認識

図 2 では、左側部分で MIDI 信号が音響知覚レベル、音楽知覚レベル、上位音楽知覚レベルの音楽プリミティブへと処理され、さらに感性情報の抽出へと処理が進むことを示した。図 3 は EC 抽出までの各エージェント間の情報の流れを示したものである。

各エージェントが持っている音楽的知識は、1960年代の和声理論<sup>16),17)</sup>を基本として用いている。和声理論には一般的なジャズ和声よりも、実践的経験則を優先して与えている。これは、ジャズの本質的性格から、その和声が時代と共に変貌し、すべてを包括する理論として確立したことがなく、経験則の集合が理論とされているためである。

##### 4.1.1 コード認識・エージェント

コード認識・エージェントはコード・パート奏者からの MIDI 信号とベース・エージェントからの根音情報を入力とし、それを知識データ・ベースに蓄えら

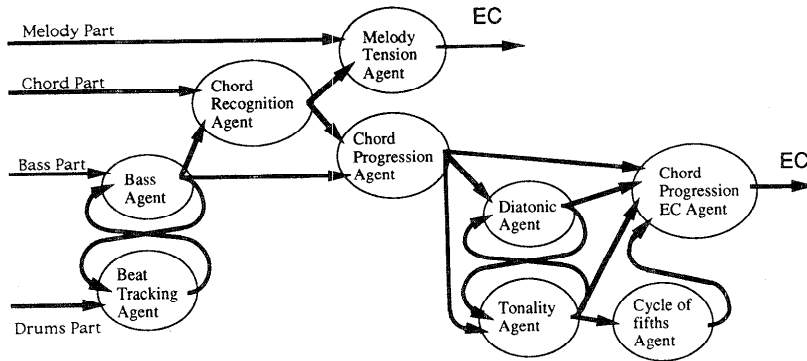


図 3 聴取部前段

Fig. 3 Front part of listening part.

れているコード・フォームと比較することにより、コードの候補として可能性のあるものすべてを選び出す。データ・ベースには、クローズド・フォーム、オープン・フォームとしての構成音の完全なものから、根音、3度、5度の省略された不完全なフォームまで、演奏に使用される可能性のあるすべてのコード・フォームが登録されている。

実際の演奏データは、コードの各ノートを同時に演奏してもその同時性はなく、最少でも数 ms 程度前後してエージェントに到達する。また分散コードとして演奏されることもあり、このグルーピングについては、ベース・エージェントとビート・トラッキング・エージェントとの協調動作で対処している。ベース音と拍情報からコードの連続状態を予測し、その変化点をもとに逆行認識によりグルーピングを行っている。この後、コード認識を行うため分散和音ではコード決定に数拍の遅れが生じる。コード認識・エージェントは、通常複数の候補を出力し、単独ではコードを決定しない。例えば、根音の情報無しで E, G, B が弾かれたとしても Cmaj7, Em, G6 などの可能性があり一つに決定することはできない。コードの候補情報はコード・プログレッション・エージェントへ送られ、ここでコードが決定し進行が確定する。また、メロディー・テンション・エージェントに対してもコード候補情報を出力している。

#### 4.1.2 ベース・エージェント

ベース・エージェントの主な機能は、ベース・パート奏者からの MIDI 信号を入力とし、根音の候補を出力することである。この出力はコード・プログレッション・エージェントに送られ最終的なコードの決定が行われる。このエージェントは音楽ジャンルに適應

した解釈機能を持っている。現在、音楽ジャンルについての情報は事前に与えている。ロック、8ビート、スイングの2ビートにおいては、入力をコードの構成音として見るのが主な解釈であり、スイングの4ビートでは、入力をスケール・ノートとして根音情報を出力する。ベース・エージェントはその出力をビート・トラッキング・エージェントに入力として与え、協調してビート・トラッキングを行う。

#### 4.1.3 コード・プログレッション・エージェント

コード・プログレッション・エージェントは、コード認識・エージェントの出力するコードの候補と、ベース・エージェントの根音情報からリハモニゼーション、テンション・リゾルブを含むコード進行を決定する。このエージェントは時間的に隣合うコードの候補に対し、すべての組み合わせについてデータベースを検索しながらコード進行として許されるものを選ぶ。次に、各々の組み合わせについて過去に遡りながらコード進行の連続性を調べる。現在は最も長く連続するコード進行を正解としている。エージェントは局所的な逆行認識によるボトムアップ的な処理を基本としているが、クリッシュや4度上行進行などその使用が様式的に確立しているものについては、トップダウン的な仮説の検証処理を併用することによりコード進行の抽出精度を高めている。コード進行の決定には、以下の五つの種類の進行の可能性を調べている。

- (1) 定石進行
  - (2) 4度上行進行
  - (3) 増4度上行進行
  - (4) クロマチック下行進行
  - (5) クロマチック上行進行
- リストの上位ほど優先して選択される。(1)の定石

進行としては、循環コード進行と使用頻度の高い定石進行の知識を持っている。循環コード進行は十数種からなり、4個程度のコードの4度上行進行を中心に連結された進行である。

4.1.4 ダイアトニック・コード・エージェント

ダイアトニック・コード・エージェントはコード・プログレッション・エージェントからのコード情報と、後述するトナリティー・エージェントからの調性情報をもとにトニック、サブドミナント、ドミナント(以下T, SD, Dと呼ぶ)の機能コードを決定し、ダイアトニック・コードを出力する。

4.1.5 トナリティー・エージェント

トナリティー・エージェントはダイアトニック・コード・エージェントとの協調動作により、調性を決定し出力する。ジャズでは即興演奏の性質から曲全体としての調性よりも、コード進行と共に刻々変化する小節単位以下までの細かい調性情報が重要である。調性情報は基本的には持続性を持ち、主に明確な転調を示す V7, VII<sub>m</sub>7-5 等を抽出したときに限り新調の調性を出力するものである。

4.1.6 五度圏・エージェント

五度圏・エージェントはトナリティー・エージェントからの調性情報をもとに転調が起きたとき、五度圏から新旧の調の距離を求め出力している。聴取者に対し転調から生じる展開感の強度を支配するものである。例えば、Cmaj から Fmaj の転調では1, Cmaj から Bmaj では5となる。

4.1.7 ビート・トラッキング・エージェント

ビート・トラッキング・エージェントは、ベース・エージェントからのベース・ノート情報とドラムスの演奏情報を用いて、リズム・パターンを解析し、ビート情報を出力する。

このエージェントは各ジャンルが持つ個別の特徴的なリズム・パターンと、そのバリエーションをデータ・ベース上に持っている。現在、音楽ジャンルについての情報は、ベース・エージェントに対してと同様に事前に与えている。音楽ジャンルとして、スイング(2ビート, 4ビート)、ロック、ボサノバ、16ビート、ラテン、サンバに分類されている。例えばボサノバでは、バスドラムでビートを維持し、カウベル、シンバル、リムショットなどの楽器にはシンコペーションが多用されるため、バスドラムを中心にビート・トラッキングを行っている。またスイングでは、一般的にはビートはシンバルを中心に維持され、スネア、バ

スドラムでバリエーションが付けられるが、その演奏においては意識的にビートに集中することを避けて演奏されるので、この点を考慮した処理を行っている。エージェントは各ジャンルのリズム・パターン上の特徴点と、入力から検出した特徴点の位置からビートを認識するが、実際の演奏ではベース・ラインの方が明確にビート情報を持っていることが多く、本システムでは、各音楽ジャンルにおける実際の演奏状況を考慮し、ドラムスからは演奏情報は補助的に利用している。

4.2 感性情報の抽出

4.2.1 メロディー・テンション・エージェント

メロディー・テンション・エージェントの機能はコード認識・エージェントからの情報とメロディー・パート奏者からの MIDI 信号を用いてメロディー・ラインの解析を行うことである。このエージェントは Emotional Character (EC) を抽出する。これはコードに対し、メロディー・ラインのそれぞれの音が発音している間に出力されるテンション値である。ジャズ和声学理論によると「コード進行が決定されるとメロディー・ラインに使用できるスケールが決定される。」と解説されている。(ただし、ここでのスケールとはドリアン、ミクソリディアンなどの総称である。)この理論を忠実に守りながら演奏すると、フレーズはそのスケール風に色付いたものになりがちで面白味のないものになる。実践的経験の豊かで優秀な演奏者には、この理論の理解および実行可能なことは当然である。しかし一般的に、奏者は実際にはこの束縛を離れ、その時点での調性を保持するトニック・スケールを意識下に置きながら、演奏を繰り返す。つまり、奏者はスケールからの情報を意図的に避けて演奏を行っている。

図4にダイアトニック・コードとスケール上の音の

	I	I+	II	II+	III	IV	IV+	V	V+	VI	VI+	VII
	1	1+	2	2+	3	4	4+	5	5+	6	6+	7
I <sub>maj</sub> 7	c*	d	t	d	c	a		c			d	c
II <sub>m</sub> 7	c	d	c*	d	t	c	d			c		a
III <sub>m</sub> 7	a	d	c	d	c*	d	t	c	d			c
IV <sub>maj</sub> 7	c			d	c	c*	d	t	d	c		a
V7		t	c	t	t	c		c*	t	t	t	c
VI <sub>m</sub> 7	c	d			c	a	c	d	c*	d	t	
VII <sub>m</sub> 7-5	d		c	d		c		a		c	d	c*

c: Chord tone(\*Root) t: Tension a: Avoid d: Dischord

図4 音の性格  
Fig. 4 Character of note.



位置と動きを示す。縦列にダイアトニック・コードを示し、横列にメロディー・ラインに使用する音名を示す。縦横の交差する箇所記号 c, t, a, d がその時検出される EC を示している。空白の箇所は、何らかの感情を示す EC は持たないものと考えている。和声学的意味と感性形容語を以下に示す。

- (c) コードの構成音 (\*は根音), 安定感
- (t) テンション・ノート, 緊張感
- (a) アボイド・ノート, 抑制感
- (d) ディスコード, 抑制感

(c) は安定感を生じる。(t) は緊張感を持ち、9度 は3度、13度は7度に対しオクターブ移動すると全音、またはクロマチックな位置にあり、これら2音の衝突が起きるとさらに強度なものとなる。(a) は各スケールの持つ忌避すべき音であり、もし使用されるとしても極めて短時間である。(d) はコードの種類を決定する構成音とぶつかるものであり(a)と同様な性格を持ちミストーンとしての性格が強い。横列の並びを根音を起点として注目するとメジャー、マイナーごと類似性がある。

図5は各ダイアトニック・コード種類別はそのままにして根音が同一になるまで移調し、さらにメジャー、マイナーとその他のコードにグループ分けしたものである。例えば、IIIm7であれば図4での横列の並びを左に全音分ずらしている。図5からはグループごとに明らかに類似性が読み取れる。メジャーでは4度と増4度に、マイナーでは5度と増5度に違いが見られるだけである。図5に示すテンプレートをメロディー・テンション・フィルタと呼んでいる。メロディー・ラインにおけるテンション値は、メロディー・テンション・フィルタの中からコードに相当する行を

	I'	1+	II'	II+	III'	IV'	IV+	V'	V+	VI'	VI+	VII'
	1	1+	2	2+	3	4	4+	5	5+	6	6+	7
Imaj7	c*	d	t	d	c	a		c			d	c
IVmaj7	c*	d	t	d	c		a	c			d	c
IIIm7	c*	d	t	c	d			c		a	c	d
IIIIm7	c*	d	t	c	d			c	a	d	c	d
VIIm7	c*	d	t	c	d			c	a		c	d
VIIIm7-5	c*	d		c	d			c	a		c	d

c: Chord tone(\*Root) t: Tension a: Avoid d: Dischord

図5 メロディ・テンション・フィルタ

Fig. 5 Melody tension filter.

選択し、それにメロディーを入力し前述の EC としての c, t, a, d を選び出すことで算出される。調性が確実に分かっていないという段階でも、テンション値の解釈が行われることが本方式の特徴となっている。メロディー・テンション・エージェントはコード・プログレッション・エージェントからの出力とメロディー・ノートを入力とし c, t, a, d を出力する。メロディー・テンション・エージェントの出力は、これを入力とする次段に接続されたエージェントに送られ、3.2節で説明した方法により感性情報に変換される。

メロディー・ラインからの感性情報を、フレーズの解釈をもとに抽出する方法も考えられるが、ここでは、「即興演奏時、奏者はメロディーがフレーズとして形式化することを極力避け、コードに対する響きを最も重要視する。」という前提で感性情報の抽出を行っている。また、メロディー・ラインにおける音量、音数、音価の情報を含めた感性情報処理も考慮している。

#### 4.2.2 コード・プログレッション・EC・エージェント

コード・プログレッション・EC・エージェントは、コード・プログレッション・エージェント、ダイアトニック・コード・エージェント、トナリティー・エージェント、五度圏・エージェントからの情報をもとに感性情報の抽出を行う。コード進行から感性情報を持つと考えられる EC を検出し、予め用意した個性パラメータ内に記述されたデータをもとに、進行内での局所的な感情を抽出する。また、ドミナント・モーションの終止感、IIIm7-IIb7-Imaj7 の暗鬱感のように、個性パラメータを使用せず直接的な感性情報の抽出も可能である。マクロ認識により機能コード、四度上行進行、ダイアトニック・コード、ドミナント・モーション、一時的転調などから EC を検出する。EC としては、音楽家の実践的経験則から考慮している。以下に名称とともに音楽プリミティブ、感性形容語を示す。

Et: トニックによる安定感

Et0: 調性の喪失感

Esd: サブドミナントの距離感

Ed: ドミナントによるトニックへの期待感

E4: 4度上行による躍動感

Edi: ダイアトニック・コードによる安定感

Ev: ドミナント・モーションによる終止感

Ei: 偽終止による発展感

- E 25: II-V 進行によるトニックへの期待感
- E<sub>b</sub>: クロマチック進行による暗鬱感
- E<sub>k</sub>: 転調による飛躍感
- E 37: 構成音が3度, 7度だけのセブンス・コードによる多義性による緊張感
- Ecc: クロマチックまたは全音の衝突による緊張感  
これらはコード進行が確立した時点で出力される。

### 5. 実験システムと実験結果

#### 5.1 実験システム

現在のシステムは, MIDI 信号源として Hammond・オルガンを使用している。上部鍵盤, 下部鍵盤, ベース鍵盤をそれぞれメロディー, コード, ベースの各パートとして, セッションの聴取部のリアルタイム・シミュレーションを行った。現在は, メロディー・テンション・エージェントは調整中であり実験例の結果には示していない。各パートごとに個別の MIDI チャンネルを与え, これにより MIDI 信号からのパートの識別を行っている。

コード, ベースの各パートへの個性プロフィール内の嗜好パラメータとして, 実験では次の音楽プリミティブについて嗜好を持つ個性を与えた。

コード・パート

##### 1) TEC

- 4度上行進行 (増4度を含む) の連続
- II-V 進行
- 転調

##### 2) TIP

- クロマチックまたは全音の衝突

ベース・パート

##### 1) TEC

- 4度上行進行 (増4度を含む) の連続
- II-V 進行
- 転調

##### 2) TIP

- 同一根音の連続
- クロマチック下降進行

実際の嗜好パラメータとしては多くのものが考えられるが, 基本的な動作の確認の意味から上にあげたものとどめた。

#### 5.2 実験例 1

現在のシステムは, 音楽ジャンルに関する情報は事前に与えられているが, 入力される曲については個別のデータ・ベースを持たず, その調性も未知な状態から解釈を始める。図6は, 「枯れ葉」の解釈例を示している。この曲は4度上行進行を多用した曲であり, 原曲はシャンソンである。実験は, テンポ約120のシングル(2ビート)で演奏した。

テーマの後, 即興演奏に入った数小節の解析結果である。コード認識・エージェントとコード・プログレッション・エージェントの協調動作と, コード・プログレッション・EC・エージェントにより抽出されたECを示している。横に時間の流れを示し, 縦にコード認識・エージェントが出力するコードの候補と, 破線と実線によりコード・プログレッション・エージェントが行ったコード進行の解釈の様子を示している。破線はコード進行の候補になったものであり, 実線が最終的に選択されたものである。その下にはコード・プログレッション・EC・エージェントの解釈の結果を示す。EC値に付した破線は, その始端の位置から終端へと進行したことによりEC値が確定したことを示している。五線譜に示す音符は実際の演奏データではなく, コード認識・エージェントの動きによりクロズド・フォームに変換されたものである。

コード認識・エージェントが, E<sub>b</sub>maj7, Cm9 を選んでいるが, ベース・エージェントの情報を元に, コード・プログレッション・エージェントは Cm9 を選択し, 以後, 4度上行進行 (増4度を含む) で,

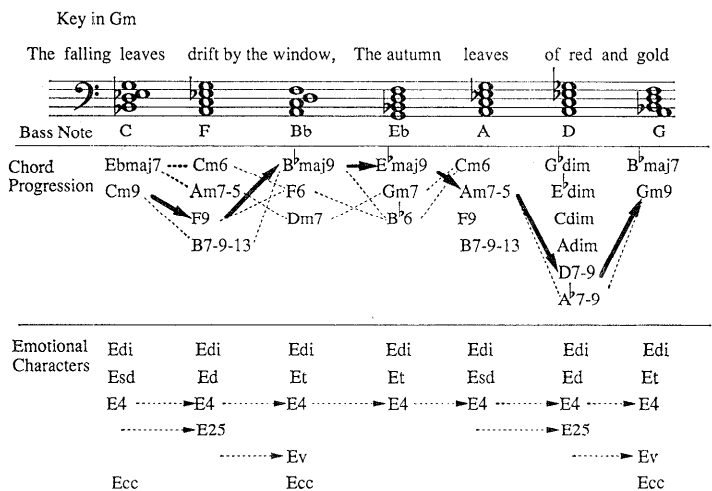


図6 「枯れ葉」の解釈例  
Fig. 6 Interpretation of "Autumn Leaves"

F 9, B♭maj 9, E♭maj 9, Am 7-5, D 7-9, Gm 9 と正確に解釈を行っている。すべてダイアトニックの4度上行進行のみとなり、Gマイナーから離れることなく、機能コードについてはSD-D-Tを繰り返している。

コード・プログレッション・エージェントの解釈に、注目すべき点が見られる。ベース・エージェントの情報を利用したため選択はされなかったが、前半と後半にCとAを起点としたクロマチック下降進行を発見しており、これは奏者も全く意識したものではない。E♭maj 9の箇所ではベース音をB♭にすることで以下の進行が生まれる。

Cm9—B7-9—13—B♭maj 9—E♭maj 9 (bass on B♭)  
 —Am 7-5—A♭7-9—Gm 9

こうした長いクロマチック下降進行は、落ちついた雰囲気や荘厳な気分を醸し出す効果がある。

ほかに、数十曲について同様な実験を行った。システムは4度上行進行の多い曲で認識の精度は高くなり、転調の多い曲で少し低くなる傾向が出ている。

5.3 実験例 2

図7は、ボサノバで有名な「イパネマの娘」の解釈結果である。サビで転調が7回も行われ難解とされ、この部分では強い緊張を意識する曲である。一般的に強い飛躍感を伴う転調では、進行を滑らかにするために新調へのドミナント・モーションを経ることにより新旧の連結が行われる。また、IVmaj 7 はトニックか

ら最も距離感を感じさせるものである。この曲ではサビの最初と中程で、ドミナント・モーションも無く突然に新調の IVmaj 7 へと進行している。ここで聴取者は転調による飛躍感(Ek)と、調性を見失うことで強い喪失感(Et0)を同時に感じることに非常にテンションが高くなる。

図7は17小節目からのサビの解釈を示しており、上から小節数、コード進行、ダイアトニック・コード、転調による調性の変化、五度圏による距離、その下に抽出されたECを示している。さらに下のグラフはテンションについて転調(E0=Ek(転調による飛躍感))だけに注目し、五度圏の距離からTECを算出した例である。転調の評価には新旧の調での五度圏の距離をもとにピーク値が与えられる。ピーク値は時間とともに単調に一拍につき0.5減少する。また、新たな転調時にはTECを0にし、ピーク値は新たに与えられる。転調について重視度(Vec(転調))は1とする。

システムは、コード進行の決定と転調の追跡を正確に行っている。17、25小節目に前述の転調が起きている。17小節目を例にすると、ここまでは調性はFメジャーであるが、突然コードがG♭maj 9になり調性がG♭メジャーかD♭メジャーが分からなくなっている。なお、図での17小節目の解釈結果は、実際には19、20小節目の解釈の後、決定されたものであ

Musical Primitive

Measure	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Chord Progression	Fmaj9	G♭maj9		Gm9 B13	Amaj9			Am9 D9	B♭maj9			B♭m9 E♭9	Am9 D9			Gm9 C13	
Diatonic Chord	IImaj7	IVmaj7		IIm7 V7	IVmaj7			IIm7 V7	IVmaj7			IIm7 V7	IVmaj7			IIm7 V7	
Tonality	Fmaj	D♭maj		E♭maj				Gmaj	Fmaj			A♭maj	Gmaj			Fmaj	
Cycle of Fifths		4		3				3	2			3	5			2	

Emotional Characters

Et	Et0							Et0									→Ev
	Esd		Esd	Ed	Esd			Esd	Ed	Esd		Esd	Ed	Esd	Ed	Esd	Ed
			→E4					→E4				→E4	→E4	→E4	→E4	→E4	→E4
			→E25					→E25				→E25	→E25	→E25	→E25	→E25	→E25
	Ek		Ek					Ek	Fk			Fk	Ek			Ek	
					Ecc			Ecc	Fcc			Ecc	Ek			Ecc	

Sensuous Information

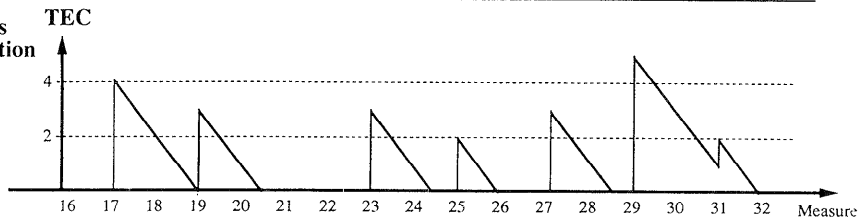


図7 「イパネマの娘」の解釈例  
 Fig. 7 Interpretation of "The Girl From Ipanema".

## Musical Primitive

Measure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Chord Progression	C	F	Cadd9	F B <sup>b</sup> F	Cadd9	F	C F	C F	C F	GAm G7	G7	
Bass Note	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B A G	G	
Emotional Characters	Et	Esd	Et	EsdEsd	Et	Esd	Et	Esd	Et	Esd	Et	Ed
		→E4		→E4		→E4		→E4	→E4			
			Ecc		Ecc							

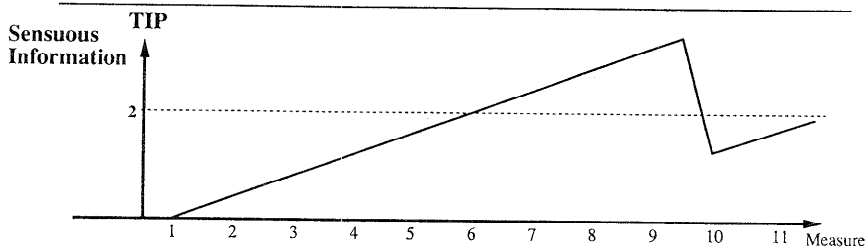


図 8 「明日に架ける橋」の解釈例  
Fig. 8 Interpretation of "Bridge Over Troubled Water".

る。Et0, Ek も同時に抽出されており、調性の喪失に由来する感情も加味すれば、他の転調部に比べてこの部分でテンションが、かなり強くなることが予想できる。29 小節目ではサビの期間内で TEC が最も強くなっているが、これは 33 小節目で元の Fメジャーに戻るための要請からくるものであり、調性の喪失もなく他の EC も TEC に含めた場合、総合した TEC 値は他より低くなると予想される。

## 5.4 実験例 3

次に、ベース・パートの TIP の特徴的な算出例を示す。図 8 の曲名は「明日に架ける橋」である。テーマの初めから 9 小節目まで極めて長い区間をペダル・トーンにより演奏されたもので、その部分の解釈を示す。図 8 では、上から各エージェントの出力結果を示しており、小節数、コード進行、ベース・ノートを示し、その下に抽出された EC、さらに下のグラフは前例の TEC と同様に、ペダル・トーンの下降進行だけに制限し TIP を計算したものである。

多くのベース奏者の言葉によると、「1 小節目からのペダル・トーンで徐々に興奮が高まり、感極まったところで 9 小節目の下降進行で解き放たれる。」とされている。

ここで関連する EC は、(ペダル・トーンによる重厚感)、(下降進行による解放感)、(下降進行による緊張感)である。嗜好パラメータにより次のように決めている。TIP (ペダル・トーンによる重厚感)の値は線形に増加し、その割合は一拍につき 0.1 とする。下降進行にはテンションの時間的な増加と減少がある。

TIP 値が 0 のときは単調に増加し、その割合は一拍につき 1 とする。TIP 値が 0 以外のときは単調に減少し、その割合は一拍につき 1 とする。この場合は TIP (下降進行による解放感)が採用される。減少が連続し TIP 値が 0 になったときは減少を停止する。ペダル・トーン、下降進行に対する重視度は 1 とする。

システムはコード進行とベース・ノートを正確に読み取っている。TIP は時間累積性からペダル・トーン連続により 9 小節目の二拍目まで増加し、その後、下降進行により三、四拍目の間、減少している。10 小節目から G7 が続くため再び増加している。なおペダル・トーン開始の認識には最小でも四拍の遅れが生じ、実際の認識開始は 2 小節目以降であるが、グラフではこれを補正して 1 小節目から開始したものと表現している。グラフでは単調な増減例を示したが、嗜好パラメータの変更により短気な気質や、のんびりした気質を表すことができる。

## 6. ま と め

本論文では、ジャズセッションシステムの基本的な構成と概念、および聴取部における具体的な処理と実験結果について述べた。感性情報処理について基本的には単純な積和演算によるものとなっている。認知学的には不十分かもしれないが、現状でのシステム構築という目的からは妥当なものと考えている。今後は精緻化を図りたい。本稿では紙面の都合上、実験例として三つを示したに過ぎないが、多くの曲において、

音楽家が普段から考えていたこと、感じていたことを数値化できることを確認している。実験を通じジャズセッションの特異性に観点を置いた本システムの有効性は、確認できたと考えている。また、5.2節の実験例1から編曲作業における支援装置としての可能性も確認できた。

実験例1での奏者が全く意識することのなかった長いクロマチック下降進行は、無意識の心理状態で認知されている可能性もあり、音楽認知における一つの興味あるアプローチとして考えられる。今後の展開としては、音楽感性情報における非単調性問題への対応がある。一般的に音数の多いほど、強いテンションとして考えるが、少ない音数の中に極めて強いテンションが込められた演奏も存在する。こうした問題には、個性プロファイル内のパラメータを状況に合わせて動的に変更することで対処できると考えている。

本論文では、複雑な音楽聴取のプロセスを特にセッションシステムにおけるリスニング・パートという観点から考察を行った。マルチ・エージェント・モデルを利用した客観的な音楽知覚部と聞き方の個性を扱うモデルを用いることで、感性情報の抽出について比較的扱いやすい形に整理できたと考えている。今後は音楽生成部を開発しジャズセッションにおけるノンバーバル・コミュニケーションに関しさらに研究を進めたい。

### 参 考 文 献

- 1) Chadabe, J.: Interactive Composing, *Computer Music Journal*, Vol. 8, No. 1 (1984).
- 2) Dannenberg, R.: An Online Algorithm for Real-Time Accompaniment, *Proc. ICMC*, pp. 193-198 (1984).
- 3) Vercoe, B.: The Synthetic Performer in the Context of Live Performance, *Proc. ICMC*, pp. 199-200 (1984).
- 4) Dannenberg, R.: Real-Time Scheduling and Computer Accompaniment, *Current Directions in Computer Music Research*, pp. 225-262, MIT Press (1989).
- 5) Nishizima, M. and Kijima, Y.: Learning on Sense of Rhythm with a Neural Network—The NEURO DRUMMER, *Proc. ICMPC* (Oct. 1989).
- 6) Nishizima, M. and Watanabe, K.: Interactive Music Composer based on Neural Networks, *Proc. ICMC*, pp. 53-56 (1992).
- 7) Rowe, R.: Machine Listening and Composing with Cypher, *Computer Music Journal*, Vol. 16, No. 1, pp. 43-63 (spring 1992).

- 8) Pennycook, B., Stammen, D. R. and Reynolds, D.: Toward a Computer Model of a Jazz Improviser, *Proc. ICMC*, pp. 228-231 (1993).
- 9) 和気早苗, 加藤博一, 才脇直樹, 井口征士: 演奏者の感情を考慮した協調型演奏システム—JASPER—, 音楽情報科学研究会夏のシンポジウム予稿集, pp. 43-46 (1989).
- 10) 金森 務, 平井 宏, 堤喜代司, 弓場芳治, 新美康永: 即興演奏からのコード情報による曲想の抽出, 音楽情報科学研究会資料, 37-2 (1992).
- 11) 金森 務, 平井 宏, 堤喜代司, 弓場芳治, 新美康永: コード及びメロディー・パートからの感性情報の抽出, 情報処理学会ヒューマンインターフェース研究会資料, 45-10 (1992).
- 12) Kanamori, T., Katayose, H., Inokuchi, S., Hirai, H. and Niimi, Y.: Interpretation of Musicality in JAZZ Improvisation using Multi-agent Model, *Proc. LIST/IAKTA Workshop*, pp. 107-114 (1993).
- 13) Minsky, M.: Music, Mind and Meaning, *MIT AI memo*, #616 (1981).
- 14) Meyer, L.: *Explaining Music*, University of Chicago Press (1973).
- 15) 村尾忠廣: クロージャーの客観的測定に基づく構造音の抽出について, 音楽情報科学研究会夏のシンポジウム, pp. 67-72 (1992).
- 16) 酒井 潮: ジャズ・オルガン・インプロビゼーション1, 2, リットウミュージック (1970).
- 17) 渡辺貞夫: ジャズスタディー, エー・ティー・エス (1970).

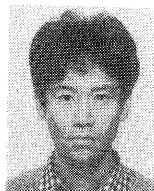
(平成6年2月1日受付)

(平成6年10月13日採録)



金森 務 (正会員)

昭和52年京都工芸繊維大学工学部電子工学科卒業。昭和56年同大学院修士課程修了, 同大学院博士課程在学中。デジタル・ミュージック・シンセサイザー, 演奏における感性情報処理を研究, また酒井 潮, 田代ユリ両氏にジャズ・ピアノ, ハモンド・オルガンを師事, 作曲, 編曲および, キーボード奏者としても活動。



片寄 晴弘 (正会員)

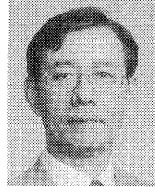
昭和61年大阪大学基礎工学部制御工学科卒業。平成3年同大学院博士課程修了。同年(株)オーグス総研入社, 平成4年度より(財)イメージ情報科学研究所で音楽情報処理, 感性情報処理の研究に従事。工学博士。平成2年情報処理学会学術奨励賞受賞。

**新美 康永 (正会員)**

昭和 37 年京都大学工学部電子工学科卒業。昭和 39 年同大学院修士課程修了。同年同大学工学部助手。昭和 45 年京都工芸繊維大学工学部助教授。現在、同大学教授。この間シミュレーション言語、音声情報処理、自然言語処理、人工知能などの研究に従事。工学博士。電子情報通信学会、日本音響学会、人工知能学会、日本神経回路網学会、EURASIP 各会員。著書「音声認識」。

**平井 宏**

昭和 36 年大阪大学工学部通信工学科卒業。昭和 38 年同大学院修士課程修了。昭和 41 年大阪大学工学部通信工学科助手。昭和 48 年京都工芸繊維大学工学部助教授。現在に至る。デジタル信号処理・音声合成・画像処理・光信号処理等の研究に従事。工学博士。IEEE 会員。

**井口 征士**

昭和 37 年大阪大学工学部原子工学科卒業。昭和 39 年同大学院修士課程修了。昭和 40 年同大学基礎工学部制御工学科助手。昭和 59 年同大学教授。3次元画像計測・認識、音響信号処理、感性情報処理の研究に従事。工学博士。人工知能学会、計測自動制御学会、システム制御情報学会各会員。