

# すべてのプレイヤーが対等な ジャズセッションシステム

## II. ベーシストとドラマーの実現

日高 伊佐夫 後藤 真孝 村岡 洋一

早稲田大学 理工学部

{hidaka, goto, muraoka}@muraoka.info.waseda.ac.jp

あらまし 本稿では、ジャズセッションシステムにおけるベーシストとドラマーの実現方法について述べる。従来の研究では、人間のソロ演奏への追従が中心であり、計算機が演奏上どう主張するかについては十分考慮されていなかった。本研究では、すべてのプレイヤーが対等となる合奏を実現するために、計算機上のプレイヤーが演奏での主張の仕方を自ら決定することを提案する。また、曲のおおまかな流れを事前に決め、その部分ごとに主張の仕方を定めることを提案する。そのために、セッションの中でどの程度主導権を握りたいかを算出して、自分が主張する程度を決定する。本システムを実装し、ジャズピアニストとセッションを行なった結果、起伏に富んだセッションが実現できた。

## A Jazz Session System for Interplay among All Players

### II. Implementation of a Bassist and a Drummer

Isao Hidaka Masataka Goto Yoichi Muraoka

School of Science and Engineering, WASEDA University  
3-4-1 Ohkubo Shinjuku-ku, Tokyo 169, JAPAN.

**Abstract** This paper presents implementation of a bassist and a drummer in our jazz session system where each player is independent and interplays with others. In most previous systems, computer players only followed a human soloist and did not play with a certain intention. In our system, each computer player can dynamically determine his musical intention by considering the whole musical relationships among players. Moreover, we introduce a song form called *scenario*, which enables the player to change his way of playing according to where he plays in it. Experimental results showed that interaction among a human pianist and the computer players made the performance expressive and interesting.

#### 1 はじめに

人間同士のジャズセッションを考えたとき、その醍醐味の一つは、各プレイヤーがお互いに影響を与え合いながら即興演奏することである。各プレイヤーは、他のすべてのプレイヤーから影響を受けながら、自分の主張を音で表現する。そこでは固定した主従関係はなく、全プレイヤーが対等に演奏している。本研究ではこのようなジャズセッションを実現するために、セッション全体を考慮して自分の演奏を自ら決定するプレイヤーを実現することを目標とする。我々は、各プレイヤーが相互に音を開き合いながら演奏するた

めの枠組として、すべてのプレイヤーが対等な立場で演奏できるモデルを提案している [1]。このモデルでは、プレイヤー間に固定した主従関係が存在せず、複数のプレイヤー間でインタラクションを行なうことができる。

従来のジャズを対象とした演奏システム(伴奏システム)に関する多くの研究 [2]-[6] では、人間の演奏にいかに対応するかに主眼が置かれていた。そのため、人間のソロ演奏への追従が中心となり、計算機上のプレイヤーがどのように自己主張するかについては考慮されていなかった。また、人間同士のセッションで頻

繁に行なわれる、演奏のおおまかな流れについての事前の打ち合わせを考慮していなかった。このために、計算機上のプレーヤーはセッション全体の流れを把握することができず、演奏の仕方を自ら変化させることが困難であった。文献 [7], [8] では、複数のプレーヤーによるセッションを想定し、各プレーヤーの演奏の理解について言及していた。しかし、計算機上のプレーヤーが理解した結果を用いてどのように演奏するかについては、議論していなかった。

本研究では、計算機上のプレーヤーがどのように主張するかを、セッション全体を考慮して自らが決定することを提案する。ここでは、自分がセッション全体でどれぐらい主導権を握っているかを、演奏内容と他のプレーヤーの演奏との相対関係から**主導率**として算出する。そして、次の時点で自分がどのくらいの主導率を持って演奏したいかを決定し、それに応じてあらかじめシステムが持っている演奏パターンを選択・合成して出力する。このように、自ら演奏の仕方を決定することで、他者に追従するだけでなく主張することも可能になる。また、セッション全体を考えて演奏の仕方を決定するため、特定のプレーヤーだけに反応することを避けることができる。

さらに本研究では、「テーマ 1 回 ⇒ ピアノソロ 2 回 ⇒ ベースソロ 1 回 ⇒ …」のような演奏のおおまかな流れを、シナリオとして事前にプレーヤー間で決めておき、シナリオによって演奏の仕方を変化させることを提案する。主導率の算出のための設定をシナリオの各部分で変えることによって、実際のジャズセッションのような起伏のある演奏を実現する。

上記の処理をリアルタイムに行うシステムを RMCP 上のサーバおよびクライアントとして実装し [1]、ピアニストとセッションを行なった。その結果、計算機上のベーシストとドラマーは、理解したセッション全体の状態をもとにして、自ら主導率を決定して演奏を生成できた。これによって、特定のプレーヤーに追従しない演奏を生成することを確認した。また、シナリオの部分ごとに異なった主導率を目標とすることにより、起伏のついたセッションを実現できた。

## 2 すべてのプレーヤーが対等な ジャズセッションシステム

### 2.1 システムの概要

ジャズセッションでは、お互いに影響を与え合いながら即興演奏を行ない、セッション全体に抑揚をつけることが重要である。そこで我々は、計算機上のプレーヤー同士もお互いの演奏を聞きあってインタラクションできるシステムを提案している [1]。このシス

テムでは、計算機プレーヤーの演奏を決定する要素が人間の演奏だけではなくなるため、従来のように人間に追従するだけでなく、すべてのプレーヤーが対等な立場でインタラクションすることが可能になる。

本システムにおいて、各プレーヤー間の固定した主従関係をなくして対等に演奏を行なうために、本研究では以下の二点を提案する。

- **どのように演奏するかを各プレーヤーが決定**

実際のセッションにおけるプレーヤーは、他者の演奏を理解すると同時に、セッション全体をとらえながら自分がどのような演奏をすべきかを考えている。そこで、プレーヤーはいままでセッションの全体の状態を考慮して、次の時点で自分がどのような演奏をしたいかを自ら決定する。これにより、他者に追従するだけでなく、自ら主張することもできる。

- **シナリオによって演奏の決定方法を変更**

実際のセッションでは、事前にプレーヤー間で演奏のおおまかな流れを決めておき、各プレーヤーはその流れを考慮して自分の演奏を決定している。そこで、本研究ではこのような演奏の流れについて記述したシナリオを事前に決めておく。そして、シナリオの各部分で自分の演奏を決定する方法を変える。

### 2.2 実現上の課題と解決法

第 2.1 節で述べたシステムのプレーヤーを実現するためには、以下のような課題がある。

- **どのようにセッションを理解するか?**

本システムでは、同時に複数のプレーヤーの演奏を理解する。一人一人の演奏を理解するだけでは、それぞれがセッション全体にどう関わっているのかが分からない。また、自分がセッションにどのように関わっているのかを理解しなければ、現在の自分の演奏がセッションに適合しているのかが分からない。よって、複数のプレーヤーの演奏を理解し、それを統合してセッションの全体の状態を理解する必要がある。

- **どのように自分の演奏を決定するか?**

各プレーヤーの演奏とセッションの状態を考慮して、自分の演奏を決定する必要がある。ここで、「○○プレーヤーが××となったから……」のようなルールを複数持つことによって演奏を決定していたのでは、特定のプレーヤーに追従した演奏しか生成することができない。よって、他者の演奏に対応することだけを考えるのではなく、自分

の演奏がセッション全体にどの程度の影響を与えるかを考えて、演奏を決定しなければならない。

本研究では、これらの課題を**主導率**という概念を以下のように用いることによって解決する。

(1) セッション全体の状態を主導率によって理解する。

各プレイヤーが全体の中でどの程度の主導権を握っていたかという割合を**主導率**として算出することによって、セッション全体を理解する。これは、各プレイヤーがどのくらいセッション全体に影響を及ぼしたかを算出することに相当する。これにより、自分の演奏がどの程度セッションに影響を与えたかを理解でき、セッション全体の状態を理解することができる。

(2) 次の時点での達成したい主導率を求める。

次の時点での演奏を決定する際、他者に対応するためのルールを用いて決めるのではなく、自分がどの程度の主導権を握りたいかによって演奏を決定する。そのために、以前までに目標とした主導率をどの程度達成できたかによって、次の時点で目標とする主導率を決定する。例えば、目標とした主導率を達成できない場合には満足せずにその主導率を目指そうとし、逆にそれを達成できた場合には満足して主導率の初期値を目指そうとする。これにより、特定のプレイヤーに追従するだけではない演奏を生成することができる。

(3) 次の時点での主導率から実際の演奏を生成する。

システムがあらかじめ持っている演奏パターンから選択・合成することで、目標とする主導率を達成できるような演奏を生成する。実際のプレイヤーは、目標とする主導率に応じて、さまざまなフレーズを演奏している。そこで、演奏パターンをまとめて保持しておくのではなく、演奏パターンの激しさに応じて分類しておく。そして、まずセッションの状態と目標とする主導率によって演奏パターンの分類を選択し、次にその中から演奏パターンを選出する。その際、演奏パターンを音程、音量、リズムの各要素に関して分離して持つことにより、さまざまな演奏データを合成できるようにする。

## 2.3 主導率

主導率とは、プレイヤーがセッションの中で主導権を握る程度である。ここで、セッションにおける主導権について考えてみると、各プレイヤーはセッションの中で主導権を握るために、音楽的に面白い演奏を行っているのとらえることができる。あるプレイヤー

が演奏の面白さを主張することによって、他のプレイヤーがその演奏を主として聞こうとしたり、それに追従しようとするため、結果として主導権を握ることができる。同時に他のプレイヤーも演奏の面白さを主張しているときには、両者の主張の程度によって、主導権を握る程度が決まる。

よって、主導率を求めるためには、まず各プレイヤーが音楽的な面白さをどの程度主張しているかを算出する必要がある。この程度を、**主張度**と呼ぶ。あるプレイヤーの主導率は、全プレイヤーの主張度の合計の中の、あるプレイヤーの主張度の占める割合として算出する。

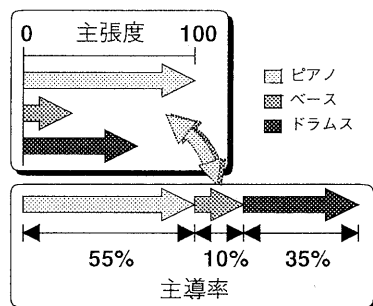


図 1: 主導率と主張度の関係

## 2.4 システムの仕様

ピアノ、ベース、ドラムスによるトリオの演奏を扱い、人間がピアニスト、計算機がベーシストとドラマーを担当する。システムの入出力には、MIDI を用いる。

(1) 対象

スタンダード曲を4ビートのジャズに編曲したものを対象とする。現在の実装ではテンポは一定とする。

(2) 必要なデータ

本システムでは、以下のものを事前に用意する必要がある。

- コード進行、調

コードはその構成音を指定し、調は主音と短調か長調かを指定する。他者の演奏の解析および自分の演奏の作成に使われる。

- テーマ、特定のフレーズの旋律データ

これらは、実際に演奏されたデータではなく、計算機上で作成したデータ（標準 MIDI ファイル形式）で、表情付けなどはなされていない。これらのデータは、そのメロディを再現するという演奏上の意図の算出に用いられる。

- シナリオ

プレイヤー間で事前に決定しておく、演奏の

おおまかな流れを記述したものである。表1に示したシナリオの構成要素と、それを演奏する回数、次のシナリオの構成要素に移る条件などを記述する。

表1: シナリオの構成要素とその演奏方法

構成要素	演奏方法
テーマ	ピアニストはスタンダード曲と分かる程度にメロディを崩す。
ピアノソロ	ピアニストが主導権を握って演奏する。
ベースソロ	ベーシストが主導権を握って演奏する。
ドラムソロ	ドラマーが主導権を握って演奏する。
フォーバーススタート	4小節ごとにソロの掛け合い演奏をする。曲を開始させるためのメロディ、コード進行で演奏する。
エンディング	曲を終了させるためのメロディ、コード進行で演奏する。

#### ● プレーヤーの性格

プレーヤーの演奏の仕方をするためのパラメータを用意する。ここでは、各シナリオの構成要素ごとに、主導率・主張度の初期値と、目標とした主導率を達成しようとする期間に関するパラメータ、主張度の程度によってどのような演奏をするかというパラメータを用意する。

### 3 処理方法

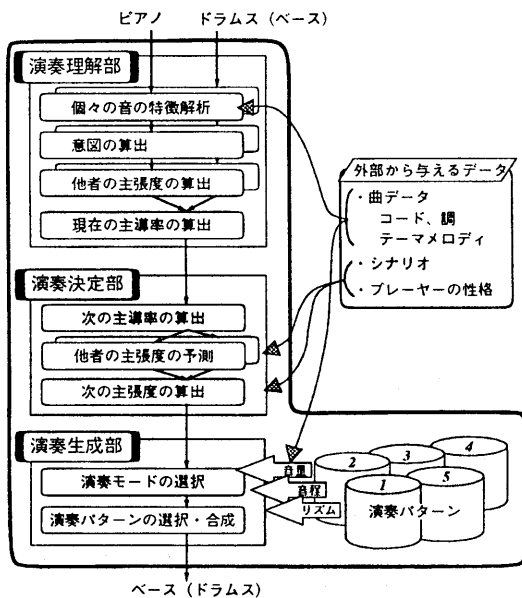


図2: 処理手順

システムの処理手順を図2に示す。本システムは、大きく分けて演奏理解部、演奏決定部、演奏生成部の3つの処理部を演奏中にリアルタイムに実行する。

まず、演奏理解部(第3.1節)では、各プレーヤーがどの程度主張しているか(主張度)を理解する。そして、セッション全体の状態を理解するために、自分

の演奏がどの程度セッションで主導権を握っていたか(主導率)を算出する。次に、演奏決定部(第3.2節)では、次の時点で自分がどの程度主張して演奏するかを決定する。そのために、次の時点で目標とする主導率を決定し、それを達成するための自分の主張度を求める。最後に、演奏生成部(第3.3節)で、求めた自分の主張度に応じた音程、音量、リズムの各パターンを選択し、合成して出力する。

以下に各部の詳細について述べる。

### 3.1 演奏理解部

現時点での自分の主導率を求めるために、以下の処理を行なう。まず、自分以外のプレーヤーの個々の音の特徴を解析し、それを用いて各プレーヤーの演奏における意図を表すパラメータを算出する。次に、各プレーヤーの主張度を意図を表すパラメータの最大値として求める。そして、自分の主導率を、全プレーヤーの主張度における自分の主張度の割合として求める。

#### 3.1.1 個々の音の特徴解析

他のプレーヤーの意図を算出するための準備として、それぞれのプレーヤーの個々の音の特徴を検出する。ここでは、過去4拍分の特徴を1拍ごとに算出する。個々の音の特徴は8種類あり、以下のようにして算出する。

- コードに関するもの: コード音、テンション音、スケール上の音、代理コード音

あらかじめ指定したコードと調によって判断する。これらの特徴は、ピアノやベースなどの音律を持つ楽器にのみ現れる。よって、ドラマーがピアノとベースの演奏を理解するとき、および、ベーシストがピアノの演奏を理解するとき算出する。

- メロディに関するもの: テーマ、フレーズの音

フレーズとは、テーマのメロディの他に曲の構成上必要になるメロディである。例えば、ピアノがあるフレーズを弾くことを合図として、他のプレーヤーが曲の構成を変更するために用いる。また、テーマのメロディは一般にピアノが演奏する。そこで、この特徴はベーシストおよびドラマーがピアノの演奏を理解するとき算出する。

この特徴はあらかじめシステムに登録してあるテーマおよびフレーズの旋律データと、ピアノの演奏とをマッチングすることによって求める。

- 音そのものの特徴: 大音量、高音、多い音数

これらは、MIDIデータから容易に得られる値のため、ここでは特別な処理をせずに意図の算出の処理に渡す。

### 3.1.2 意図の算出

第 3.1.1 節で求めた個々の音の特徴から、自分以外のプレーヤーの意図を表すパラメータを 6 種類算出する。ここでは、文献 [5] で用いた 5 種類のパラメータである、‘盛り上げる’、‘緊張感を与える’、‘コードを強調する’、‘代理コードに代える’、‘テーマ(フレーズ)を再現する’と、今回新たに追加した、‘リズムを強調する’の 6 種類を用いる。‘リズムを強調する’は、特定のリズムパターンを強調しながら演奏しようとする意図である。通常は、四分音符の位置にリズムのアクセントを置くが、それ以外の位置にアクセントを置くことによって、通常と違ったリズムパターンを出すことができる。プレーヤー全員が同じリズムパターンの意図を持って演奏すると、そのリズムがより強調される。

それぞれの意図を表すパラメータは、それに対応する 1~4 種類の個々の音の特徴を 1 拍ごとに集計することによって求める。このとき、検出した個々の音の特徴は小さくても、それが長い期間連続して検出されたときに有効にするために、個々の音の特徴を一定の期間内で集計する。検出する意図の種類は、表 2 のように、対象とするプレーヤーごとに異なる。

表 2: 算出するプレーヤーごとの意図の種類

算出する意図	対象とするプレーヤー		
	ピアノ	ベース	ドラムス
盛り上げる	○	○	○
緊張感を与える	○	○	—
コードを強調する	○	○	—
代理コードに代える	○	○	—
テーマ(フレーズ)を再現する	○	—	—
リズムを強調する	○	○	○

○: 算出する    —: 算出しない

実際のセッションでのプレーヤーを考えてみると、他のプレーヤーの音を必ずしも全部は聞いていなかったり、特定の音を聞いていたりする。そこで本研究では、意図を表すパラメータを算出する際に以下の 3 つのことを考慮する。

- 小さい音量で演奏された音や他の演奏音がかぶさった音などは、プレーヤーの耳には入ってこないことがある。そのため、個々の音の特徴をその音の大きさによって重みづけをする。
- 自分が主張して演奏していたために、他のプレーヤーがそれほど小さな音量で演奏していなかったとしても、聞きのがしていることがある。そこで、自分の主張度の割合に応じて、特徴の考慮の仕方を変える。
- ピアニストは、コードを弾くなどして同時に複数の音を演奏することができる。この場合、他のプレーヤーはすべての音を完全に考慮しているわけ

ではなく、コードの奏法で最も印象に残る一番高い音を中心に聞いていると考えられる。そこで、ピアニストが同時に複数の音を演奏した場合、算出する意図の種類によっては、一番高い音の特徴だけを集計する。

### 3.1.3 他者の主張度の算出

第 3.1.2 節で求めた自分以外のプレーヤーの意図を表すパラメータから、各プレーヤーの主張度を計算する。ここでは、意図が強く現れるほど主張していると考え、意図を表すパラメータの中で最も大きなものを主張度とする。その際、各パラメータの値にはばらつきがあるため、それぞれのパラメータの最大が 100 となるように正規化しておく。これによって、0~100 の範囲で主張度が求まる。

### 3.1.4 自分の主導率の算出

自分の主導率  $L$  を式 (1) により算出する。

$$L = \frac{\text{自分の主張度}}{\text{自分の主張度} + \sum \text{他者の主張度}} \quad (1)$$

ただし、式中の‘他者の主張度’は第 3.1.3 節で求めた値であり、‘自分の主張度’には前の拍のときに演奏決定部(後述)で算出した値を用いる。

## 3.2 演奏決定部

演奏決定部では、次の拍での自分の主張度を決定する。決定方法を図 3 に示す。まず、①現在の主導率から次の時点での自分の目標とする主導率(目標主導率)を決定する。そして、②次の時点での他者の主張度を予測して、③目標主導率を達成するための自分の主張度を逆算する。

### 3.2.1 次の目標主導率の算出

自分が、次の時点でのどの程度セッションにおける主導権を握ろうとするかを算出する。この割合を、目標

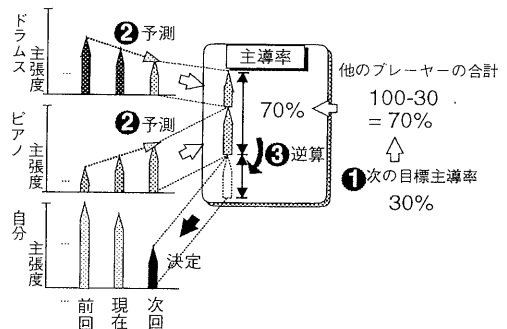


図 3: 次の主張度を算出する(ベーシストのとき)

主導率と呼ぶ。目標主導率は、第 3.1.4 節で算出した現在の自分の主導率が前回決めた目標主導率を達成しているかによって決定する。

決定するアルゴリズムを考える際、計算機上のプレイヤー同士でのフィードバックによる発振現象に注意しなければならない。例えば、複数の計算機プレイヤーが同時に高い目標主導率を決定した場合、お互いに主張度を高くしようと演奏するため、結果として目標とした主導率を誰も達成できずにさらに主張し合ってしまう、という現象が起こる可能性がある。よって、目標主導率を達成できなかったときにはそれを諦めたり、目標主導率を達成できたときに満足してそれを変えるような機構が必要である。そこで以下の 2 つのパラメータを導入し、図 4 のように目標主導率を決定する。

- 達成満足期間

目標とする主導率が達成できたとき、どのくらいの期間達成し続ければ満足するか。

- 達成諦め期間

目標とする主導率を達成できないとき、どのくらいの期間で諦めるか。

これらのパラメータの値は、目標とする主導率の高さに応じて設定する。これにより、例えば、目標主導率が高い場合（演奏をリードしたいときなど）は、長い期間がかかっても目標を達成したいと思い、目標主導率が低い場合（他の演奏者がリードするときなど）は、自分の目標が達成できなくてもすぐに満足する、というプレイヤーを実現することができる。

達成満足期間と達成諦め期間の設定の仕方によっては、「自分がソロのときにはなかなか主導率を諦めずに演奏する」や、「自分がソロのときでもあまり主導率にこだわらずに他者にあわせる」のような、さまざまな性格のプレイヤーを実現することができる。さらに、シナリオの各構成要素において異なった設定をして、シナリオの進行に伴い演奏の仕方を変えることもできる。また、さまざまな性格のプレイヤーを設定し

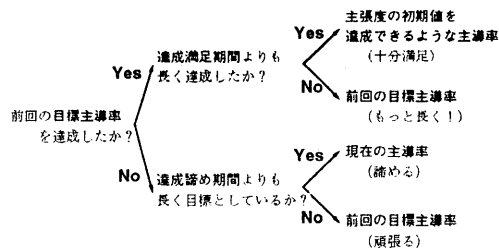


図 4: 目標主導率の算出のアルゴリズム

てセッションできるように、これらのパラメータをシステム内部の定数にせず、プレイヤーの性格としてシステム外部から変更可能にする。

### 3.2.2 他者の主張度の予測

自分の次の時点での主張度を求めるための準備として、他のプレイヤーの次の時点での主張度を予測する。過去の主張度の履歴から次の時点での主張度を予測する。現在の実装では、3 拍前から現在の拍までの主張度から線形予測している。

### 3.2.3 次の主張度の算出

次の時点での自分の主張度（次に自分がどの程度主張して演奏するか）を、式 (1) から逆算した式 (2) により求める。

$$\text{自分の次の主張度} = \frac{L_{next} \times \sum \text{他者の次の主張度}}{1 - L_{next}} \quad (2)$$

ただし、 $L_{next}$  は第 3.2.1 節で求めた次の時点での目標主導率とし、他の演奏者の主張度は、第 3.2.2 節で予測によって求めた値とする。

## 3.3 演奏生成部

システムがあらかじめ持っている演奏パターンを用いて、1 小節ごともしくはコードの変わり目ごとに実際の演奏データを生成する。実際の演奏を考えると、演奏者の主張する度合によって全く異なったフレーズが生まれることがほとんどである。そこで、演奏パターンをまとめて保持するのではなく、演奏パターンの激しさに応じて演奏パターンを分類しておく。この分類のことを演奏モードと呼び、主張度に応じて適切な演奏モードを選択する。そして選択した演奏モードの中から、音程、音量、リズムについてのそれぞれのパターンを選出し、合成して出力する。

### 3.3.1 演奏モードの選択

第 3.2.3 節で算出した主張度を表現できるような演奏モードを選択する。現在、演奏パターンは「激しい」、「やや激しい」、「普通」、「やや静か」、「静か」の 5 種類の演奏モードに分類されている。ここでは、図 5 に示した 4 つのしきい値  $th_1 \dots th_4$  によって、主張度の大きさから演奏モードへの対応づけを行なう。この設定をシステム内に固定するのではなく、プレイヤーの性格として外部から設定することで、同じように演奏を理解していても生成される演奏を変えることができる。

### 3.3.2 演奏パターンの選出・合成

まず、選択した演奏モードの中から以下のような 3 種類のパターンをそれぞれ選出する。なお、これらのパターンは 1,2,4 拍のいずれかの長さとなっている。

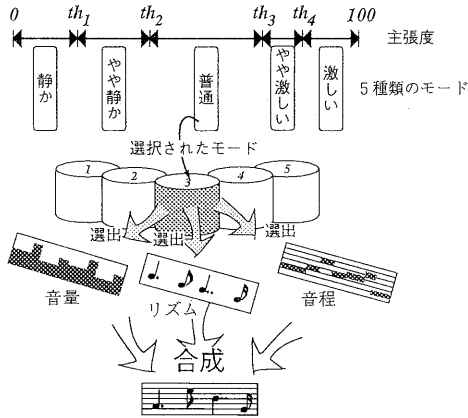


図 5: 演奏モードの選択、演奏パターンを選出・合成

- **リズムパターン:**  
発音時刻と音長を決定する。
- **音程パターン:**  
対象とする期間中のどこでどの音程にするかが決定する。ドラムスのデータを作成する場合は、音程は叩く楽器に相当する。
- **音量パターン:**  
対象とする期間中のどこでどの音量 (MIDI ヴェロシティ) にするかが決定する。

これらの選出の際、他者の演奏の意図を考慮に入れる。第 3.1.2 節で求めた意図が強く現れていた場合、それに対応した演奏パターンを選ぶ。例えば、ピアニストの「コードを強調する」が強く現れていた場合は、ベーシストはコードが強調された音程パターンを選出する。

次に、こうして得られたパターンを合成して、実際の演奏情報を作成する。リズムパターンによって各演奏音の発音時刻が決まるので、あとはその音量と音程を、音量パターンと音程パターンの中のその時刻における値からそれぞれ決定する。

#### 4 実験結果・考察

本システムをネットワーク上に分散した複数のワークステーション (SGI Indigo<sup>2</sup> Impact/Extreme) 上に実装した。入力楽器および演奏の出力音源として、シンセサイザ (Korg 01/W FD) を用いて実験を行なった。実験では、人間がピアニストを担当し、計算機がベーシスト、ドラマーを担当した。被験者は、ジャズピアノ歴 5 年 (ピアノ歴 21 年) で、セミプロとして活躍するミュージシャンである。

対象として、「Take the "A" Train」を扱った。事前に与えたシナリオの一例として、以下では「テーマ

を 32 小節 ⇒ ベースソロを 8 小節 ⇒ ピアノソロを 24 小節 ⇒ フォーバースを 32 小節 ⇒ エンディングを 33 小節」の場合について議論する。プレーヤーの性格付けとなる目標主導率の初期値は、ドラマーの場合には「フォーバース」で高く設定し、ベーシストの場合には「ベースソロ」で高く設定した上に「エンディング」でも他の部分に比べて高めに設定した。

図 6、図 7 に、ドラマーおよびベーシストが算出した全プレーヤーの主張度と主導率を示す。図中の「ベースソロ」では、ベースが激しく主張し、それにとまってドラムスも反応している。これにより、計算機上のプレーヤー同士のインタラクションがおこなわれたことが確認できた。また、「ピアノソロ」では、ドラマーはピアノに反応するように主張しているため、その他の期間に比べて他者の演奏をあまり聞かなくなっている。同様に、ドラマーは「フォーバース」でも主張していたため、他者の演奏をあまり聞いていない。そのため、ベーシストとドラマーが同じピアノの演奏を聞いているにも関わらず、ドラマーの方がピアニストの主張度を少なく算出している。

被験者は、「「ベースソロ」のときのベースの演奏に変な部分があった」と指摘した。これは、システムが持っているベースソロ用のフレーズがスケールを中心として組み立てられたものであり、ベース特有のソロができなかったからである。また、ドラムスに関しては、「「フォーバース」で多少変なところがあるが、それ以外は自然な演奏だった」と評価した。これは、ドラマーが演奏パターンの前後関係を考慮せずに「フォーバース」での演奏のリズムパターンを選択しているために、人間があまり演奏しないようなフレーズを作成してしまったのが原因であった。

#### 5 まとめと今後の課題

本稿では、すべてのプレーヤーが対等なジャズセッションシステムにおけるベーシストとドラマーの実現方法について述べた。本稿では、各プレーヤー間で対等な演奏を行なうために、計算機のプレーヤーがセッション全体で自分がどのような立場にあるかを主導率を求めることで理解し、目標とする主導率を自ら決定して自分の演奏を生成する手法を提案した。また、シナリオを事前に決めておき、シナリオの各部分によって目標とする主導率を決定するためのパラメータを変えることを提案した。これにより、各プレーヤーが他者の主張度を考慮しながらも、自らの主張度を決定することによって、抑揚のついたジャズセッションを実現することができた。

本システムは、作曲という観点からは実装を行な

わなかったため、ベースソロやドラムスのソロに不自然な部分があった。そこで、今後はインタラクティブ作曲としての面からの実装もおこなうよう検討している。

## 謝辞

本研究の実験に、快く協力して頂いただけでなく、数々の貴重なコメントをくださった、緒方 美音子氏、浅谷 薫氏、大森 哲也氏、黛 慎一郎氏に深く感謝いたします。また、本研究にあたり、有益な御討論をして頂いた、早稲田大学村岡研究室諸氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 後藤 真孝, 日高 伊佐夫, 松本 英明, 黒田 洋介, 村岡 洋一: すべてのプレイヤーが対等なジャズセッションシステム— I. システムの全体構想と分散環境での実装—, 情報処理学会音楽情報科学研究会研究報告, Vol.96, SIGMUS-14-4 (1996).
- [2] 和氣 早苗, 加藤 博一, 才脇 直樹, 井口 征士: テンション・パラメータを用いた協調型自動伴奏システム: JASPER, 情報処理学会論文誌, Vol.35 No.7 pp.1469-1481 (1994).
- [3] 近藤 欣也, 片寄 晴弘, 井口 征士: 音楽情報から奏者の意図を理解する伴奏システム -JASPER+-, 第 46 回情処全大, Vol.1, pp.373-374 (1993).
- [4] 渡辺 和之, 西嶋 正子, 柿本 正憲, 村上 公一: ニューラルネットワークを用いたジャズセッションシステム -ニューロミュージシャン-, 第 44 回情処全大, Vol.2, pp.199-200 (1992).
- [5] 日高 伊佐夫, 後藤 真孝, 村岡 洋一: ジャズの独奏の変化に対応する自動伴奏システム, 情報処理学会音楽情報科学研究会 研究報告, 94-MUS-7-8, Vol.94, No.71(1994).
- [6] Isao Hidaka, Masataka Goto, Yoichi Muraoka: An Automatic Jazz Accompaniment System Reacting to Solo, *Proceedings of International Computer Music Conference*, pp.167-170 (1995).
- [7] 金森 務, 片寄 晴弘, 新美 康永, 平井 宏, 井口 征士: ジャズセッションシステムのための音楽認識処理の実現法, 情報処理学会論文誌, Vol.36 No.1, pp.139-152 (1995).
- [8] Tsutomu Kanamori, Haruhiro Katayose, Seiji Inokuchi, Hiroshi Hirai, Yasuhisa Niimi: Interpretation of Musicality in Jazz Improvisation using Multi-Agent Model, *Proceedings of IAKTA/LIST International Workshop on Knowledge Technology in the Arts*, pp.107-114 (1993).
- [9] Robert Rowe: Machine Listening and Composing with Cypher, *Computer Music Journal*, Vol. 16, No. 1, pp.43-63 (1992).
- [10] 谷口 廣志: The Real Jazz Guitar Volume 1, 東京音楽書院, pp.15, 28-34, 57-70 (1991).
- [11] 浜瀬 元彦: ベースラインブック, 全音楽譜出版社, pp.180-227 (1994).

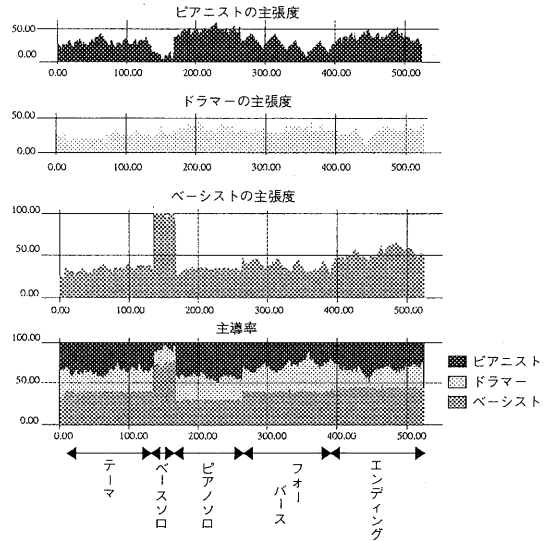


図 6: ベーシストが算出した結果

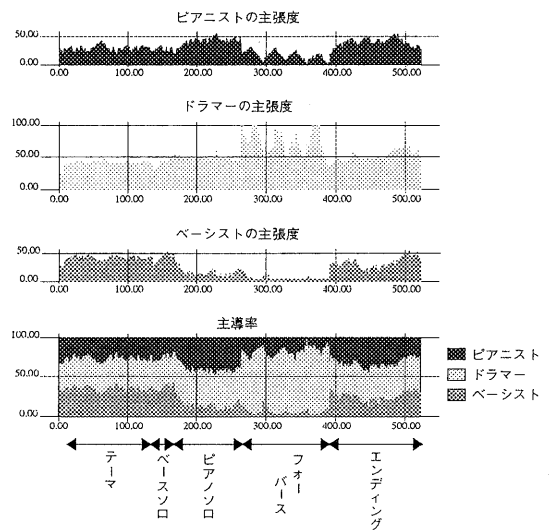


図 7: ドラマーが算出した結果