

## XML 記述に基づいた舞踊譜 Labanotation の入力・編集と 舞踊動作表示のためのシステム

小林 弘幸\* 八村 広三郎\* 中村 美奈子† 芝野 耕司‡

**概要** 人間の身体動作を情報処理の対象として扱うことは、近年、特にマンマシンインタフェースの高度化や、仮想現実環境の実現などの面で、ますます関心が高まってきている。ここでは、複雑な身体形状の動きを入力し記述することが、特に大きな問題となっている。われわれは、コンピュータによる身体動作の入力と記述の方法として、舞踊の分野で人間の動作を図式記号で記述するために使われている舞踊譜 Labanotation に基づいたデータ表現を用いることを試みている。本論文では、舞踊譜 Labanotation の入力・編集・動作表示のためのシステム LabanEditor2 について報告する。LabanEditor2 は、Labanotation の譜面を、マウスを用いたグラフィック操作で対話的に入力・編集・印刷し、さらに即座に身体動作を 3DCG として表示するものである。また、入力・編集した譜面は XML 形式で保存することができる。このシステムを利用することにより、Labanotation で記述された多くの舞踊やダンスなどの身体動作を利用することができる。

### A system for Inputing and Editing Labanotation Dance Score and Displaying Dance Movement Based on XML Description

Hiroyuki Kobayashi\* Kozaburo Hachimura\* Minako Nakamura† Kouji Shibano‡

**Abstract** Topics of dealing with human body motion on computer systems are becoming to be matters of great concern in terms of the development of advanced human interface and virtual reality environment. The main issues here includes how to input and describe complex human body motion. For the purpose of inputting and describing the human body motion by computers we have been trying to utilise the description based on the notation called Labanotation, which has long been used for notating dance movement with graphical symbols. This paper describes a system called LabanEditor2 for inputting, editing Labanotation staffs. We can input, edit, print the Labanotation, and also display the body motion by 3DCG animation. The Labanotation staff can be stored in XML format called LabanXML, thus enabling the data circulation among other systems effective.

## 1 はじめに

舞踊の分野ではダンサーの体の動きを記述することが古くから検討されており、なかでも Labanotation と呼ばれる舞踊記述法が欧米の舞踊界を中心に広く利用されている。これは、音楽における楽譜のように、人間の動作を図式記号で記述するものである。舞踊譜 Labanotation は複雑な身体動作にも対応できるようになっているため、誰にでもすぐに理解できるというものではない。本研究では舞踊の教育用に舞踊譜 Labanotation の入力・編集と動作表示のためのシステムを開発する。

Labanotation のコンピュータ化についての研究はいくつか存在する。Labanotation のグラフィカルエディタに関する研究としては、[1] がある他、Mac OS 上で動作する LabanWriter[2]、Windows 上で動作する Calaban[3]、Unix 上で動作する LED & LINTER[4] などのシステムが開発されている。しかし、これらのシステムは譜面を入力・編集する機能しかなく、身体動作を再現して表示する機能はない。また、LabanWriter で編集した譜面を、舞踊の振付用ソフトとして開発された Life Forms のアニメーションへと変換して表示する研究が行われている [5]。しかし、これには商用ソフトウェア Life Forms を必要し、また、さまざまなプラットフォームでの動作が保障されているものではない。さらに、これは譜面データを保存した後に、動作表示用システムで表示させる必要がある。そのため、譜面を

\*立命館大学 理工学研究科

\*Ritsumeikan University

†お茶の水女子大学 文教育学部

†Ochanomizu University

‡東京外国語大学 アジア・アフリカ言語文化研究所

‡Tokyo University of Foreign Studies

作成しつつ動作を確認するインタラクティブな操作ができず、舞踊の教育用システムとしては使いづらい。

本研究室ではこれまで舞踊譜 Labanotation 入力・編集システム LabanEditor の開発を行ってきた [6, 7]。しかし、このシステムでは、動作生成時に 3DCG モデリング言語 VRML に変換して保存し、そこから別の身体動作表示システムで表示を行うといった処理が必要であり、ここでもインタラクティブな操作ができなかった。

Labanotation に基づく動作表示の研究としては他にも [8] がある。これは、動きのニュアンスを言葉で指示して、それを Labanotation に変換し、動作表示を行うというものである。しかし、これは譜面から直接動作生成ができるわけではなく、対応する動作も限られている。

今回報告する LabanEditor2 では譜面を入力・編集して、即座に動作を生成することが可能である。そのため、動作を確認しつつインタラクティブに譜面を入力・編集することが可能になる。また、本システムでは、Labanotation を XML(eXtensible Markup Language) 化した LabanXML[9] のデータ形式で出力、あるいは入力することが可能である。LabanEditor2 はすべて Java で開発しているため、基本的に機種には依存せず、多様なプラットフォームで実行できるところにも特徴がある。

## 2 舞踊譜 Labanotation

### 2.1 舞踊譜 Labanotation の譜面

舞踊の分野では、振り付けの記録のための独自の記法が古くからいくつか考案され、利用されてきている。このような記法の中で、最も代表的なものが、1920 年代に Rudolph von Laban によって発表された Labanotation である。

Labanotation では、楽譜と同様に、譜面中の図式記号により身体各部の動きを記述していくが、横線で構成される楽譜とは異なり、縦線で区切られた列の中に記号を置き、下から上へ、また、左から右の列へと読み進んでいく<sup>1</sup>。

舞踊譜の縦線で区切られた等間隔の列をコラムと呼び、中心線より右側が体の右側、左側が体の左側の各部位の動作を記述するために使われる。各コラムは、図 1 に示すように腕、胴、足などの人間の身体の各部位に対応している。ただし、Support は重心を保持している体の部位の動作を記述するコラムである。

これらのコラムに「シンボル」や「サイン」と呼ば

<sup>1</sup>後述の図 15 を参照

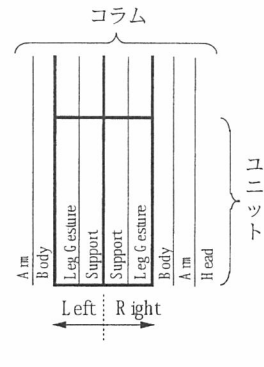


図 1: Labanotation 譜面の構成

れる図式記号を記述することにより各部位の動作を表す。シンボルの長さは動作にかかる時間を表し、ひとつのシンボルが単位の動作に対応する。

### 2.2 Direction シンボル

Labanotation の図式記号の中で最も基本的なものは Direction シンボルである。シンボルの形状で水平面内の運動方向 (Direction という) を表し、シンボル内部のパターンで垂直面内の運動方向 (Level という) を表す (図 2)。

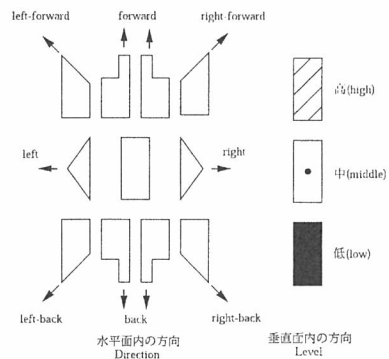


図 2: Direction シンボル

Support コラムに書き込まれた Direction シンボルによって重心の移動方向を示すが、Support コラムが左右とも空白の場合は、体重が支えられていない、すなわち身体が空中にあることを意味する。

なお、Support コラムに置かれる Direction シンボルは重心の移動方向を示しているが、これ以外のコラムにおいては運動の結果として最終的に達成される姿勢を示すという相違点がある。

## 2.3 付加記号

以上のような基本的なシンボルによって身体動作を記述するが、楽譜と同様に、Labanotationでも、さまざまな付加記号（サイン）が使われる。付加記号によって、Directionシンボルだけでは表現できない細かな部分を表現することが可能である。数多くある付加記号の中から、ここでは、よく使われるものの1つであるBodyサインを例として説明する。

Bodyサインは、図3に示すように、ヒップ、膝、足首、足、肩、肘、手首、手など、主要な関節を表す。Directionシンボルの前に記述することによって、対応する各関節の動作であることを示す。この記号を使うことにより、体のすべての関節の動作が記述できる。

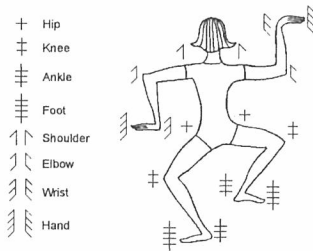


図 3: Body サイン

## 3 LabanXML

### 3.1 LabanXMLの概要

LabanXMLとは舞踊譜LabanotationをXML化したものであり、Labanotationのデータ保存形式の標準化を指向したものである。Labanotationの図形エディタはこれまで数多く開発されてきたが、これらのエディタで保存したファイルは、Labanotationの図形を描くためのものであり、このファイルの内容をテキストエディタで入力・編集したり、検索したりするようには作られていなかった。一方、LabanXMLは特定の図形エディタによらないテキスト表現が可能であり、異なるLabanotationの図形エディタ間で記譜データを交換したり、身体動作データをデータベース化したり、Labanotationの一部分を検索し、舞踊解析を行うことなどを目的に提案したものである[9]。

Labanotationは、基本的な形状や、時間軸に沿って進行するという点などで、音楽の楽譜と類似しているところが多い。そのため、LabanXMLは音楽の譜面をXML化したMusicXML[10]と整合するようにして

いる。ただし、Labanotationでは1本の譜面の中に身体の多くの部位の動きを記述しなければならないので、LabanXMLが扱う情報量は、MusicXMLより多くなる。

LabanXML形式で記述したデータはXSLT(eXtensible Stylesheet Language Transformations)でSVG(Scalable Vector Graphics)に変換し、譜面として表示することも考えられる。一方、本研究で開発したLabanEditor2では入力・編集した譜面をLabanXML形式で保存することや、LabanXML形式のファイルを読み込んで譜面の表示、身体動作の再現までを行うことが可能である。そのため、LabanEditor2で作成されたLabanXML形式のファイルを、動作の検索や舞踊解析などの他の目的で利用したり、テキストエディタで入力・編集されたLabanXML形式のデータを可視化するということが可能となる。

### 3.2 LabanXMLのデータ構造

LabanXMLの階層構造を図4に示す。LabanXMLの最上位要素は<laban>であり、<laban>は<attribute>と<notation>を含む。<attribute>は踊りの拍子など譜面全体のデータを記述するところである。<notation>は譜面本体を表し、各種シンボルを記述するところである。LabanXMLでは1小節(単位小節)を<measure>という要素として扱い、<measure>要素がコラムに関する要素を含む構造になっている。コラムに関しては、体の左半身、重心、右半身の動作をそれぞれ、<left>、<support>、<right>に記述する。これにより、体の重心移動のみに注目するといったことができる。図5はLabanXMLによるLabanotationの記述例であり、左の譜面の丸で囲んだ部分が右側の記述に対応する。

## 4 舞踊譜Labanotation編集システムLabanEditor2

### 4.1 LabanEditor2の概要

本研究では、従来のLabanEditorの改良版としてLabanotationの譜面をインタラクティブに作成・編集し、即座に動作を表示することができるLabanEditor2を開発した。

図6はLabanEditor2のメンウインドウである。キャンバス内の縦線と小節線(横線)で囲まれた部分に図式記号を置くことによって譜面を描いていく。LabanEditor2では、システム内のデータ保存形式として従来形式の舞踊譜記述データLND(LabaNotation Data)[6]と

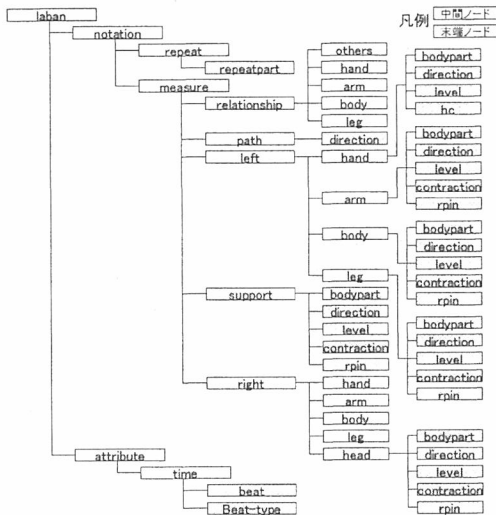


図 4: LabanXML の階層構造

LabanXML[9] に対応している。

## 4.2 システムの構成

LabanEditor2 のシステム構成を図 7 に示す。ユーザインタフェース部でユーザの入力を受け付ける。ユーザによって入力されたシンボルは舞踊データとしてメモリに格納される。譜面の表示、動作の表示、ファイルへの出力などはこのデータを読み取って行われる。

LabanEditor2 は Java で開発を行っており、グラフィカルユーザインタフェース部は、Java の Swing を用いて実装している。そのため、様々なプラットフォーム上でほぼ同様のルックアンドフィールを提供することができる。

## 4.3 LabanEditor2 のインタフェース

### 4.3.1 譜面の表示

LabanEditor2 ではユーザの見やすいように、譜面を拡大、あるいは縮小して表示することができる。これにより、シンボルを入力する際には譜面を拡大して入力し、全体の譜面を眺めるときには、縮小して見ることなどが可能である。また、好みに合わせて、1 列あたりに表示する小節数を自由に変更することができる。また、譜面のサイズがキャンバスのサイズより大きくなると、スクロールバーが現れ、譜面をスクロールさせて表示することができる。

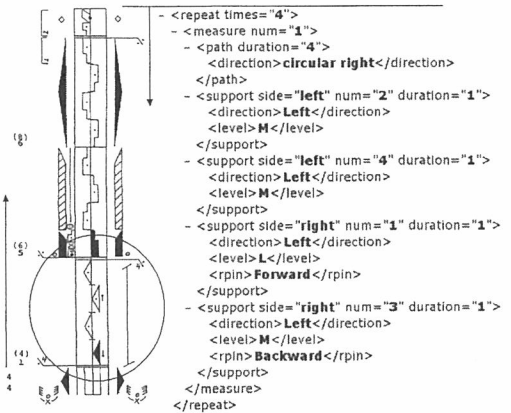


図 5: LabanXML で記述した Labanotation の一例

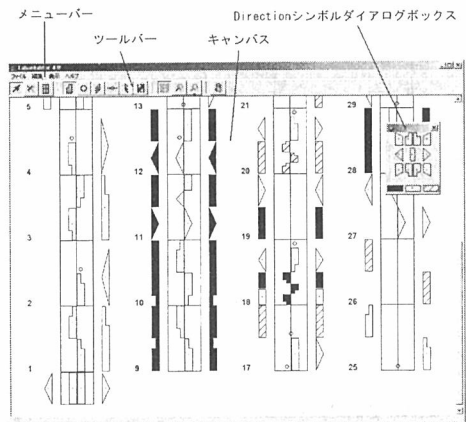


図 6: LabanEditor2 の入力編集画面

### 4.3.2 LabanEditor2 の操作

LabanEditor2 のメニューバーを図 8 に示す。ここには、ファイルの入出力など、LabanEditor2 を操作するための機能が収められている。また、LabanEditor2 では、シンボル入力用のダイアログボックスの表示、譜面の拡大縮小など、よく使用するコマンドに関しては、ツールバーから直接選択して実行することができる。図 9 はツールバーの機能を示している。

### 4.3.3 シンボルの入力

LabanEditor2 では譜面を描く際に、一般の Drawing ソフトと同様に、マウスを使った簡単な操作で描画することが可能である。Direction シンボルの入力には、ウィンドウ上部のツールバーにある Direction シンボ

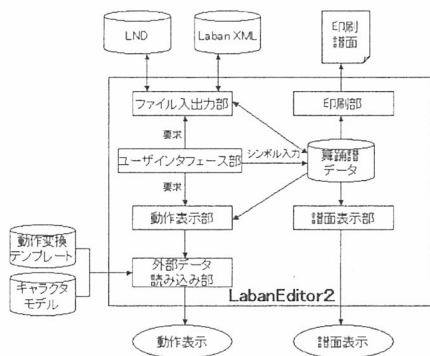


図 7: LabanEditor2 のシステム構成

ファイル	編集	表示	ヘルプ
開く	切り取り	拡大	ヘルプ目次
上書き保存	コピー	縮小	バージョン情報
名前をつけて保存	貼り付け	レイアウト変更	
印刷	削除	動作表示	
終了			

図 8: メニューバー

ルボタンを使用する。このボタンを選択すると、図 10 のような Direction シンボルダイアログボックスが現れる。ここで、入力する Direction と Level を選択し、キャンバス内の譜面にマウスでドラッグすると、そこに Direction シンボルが描画される。Direction シンボルダイアログボックスは、譜面の入力作業の邪魔にならないように、自由に移動あるいは消去することが可能である。各種付加記号も Direction シンボルと同様に、図 11 に示すようなダイアログボックスから選択して描画することができる。

LabanEditor2 ではシンボルの入力を補助する機能として、キャンバスにグリッドが設定してある。これにより、ユーザはシンボルを小節線（横線）にあわせて記述したり、1/2 拍分や 1 拍分などの区切りのいい長さのシンボルを容易に記述することができる。また、グリッド機能をオフにすることによって、0.7 拍分などの自由な長さのシンボルも記述できる。

グリッドは縦方向にも設定してある。これは、Labanotation では各種シンボルをコラム内にちょうど収まるように記述することが基本となっているからである。LabanEditor2 ではシンボルを正しい幅で、正しい位置にのみ記述できるようになっている。

ただし、Labanotation には Divided Column (図 12) や、Support コラムの中心に記述するセンター Hold Sign などの記述法がある。Divided Column とは Arm

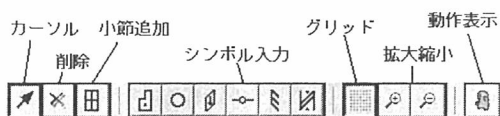


図 9: ツールバー

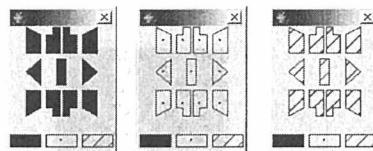


図 10: Direction シンボルダイアログボックス

コラムや Leg コラムなどを縦に左右 2 つに分割してシンボルを記述する方法である。これにより、1 つのコラムで足の動作と膝の動作の 2 つの動作を別々に記述できる。

また、Hold Sign とは Support コラムにおいて体を支えている部分（足など）が地面と接地していることを表すものである。Labanotation では左右とも地面と接地している場合に、Hold Sign を Support コラムの中心に記述することが可能である。LabanEditor2 ではこれらの記述にも対応している。

#### 4.4 ファイル入出力

LabanEditor2 では作成した譜面をファイルとして保存することができる。ファイルのデータ形式は LND と LabanXML に対応している。

舞踊譜記述データ LND は、Labanotation の記法を参考にした、計算機システム内のデータ保存形式であり、Labanotation のシンボルに対応する文字列によって記述する。本研究では [6] で開発された LND を改良したものを使用する。この従来の LND では、本来 Direction シンボルに付属するはずの Body Sign や Relationship Pin などの付加記号にも、開始時刻と終了時刻の値を記述するような仕様になっており、Labanotation のシンボルの意味と記述方法が適切に整合しないところがあった。本研究ではそれを修正した。

さらに、LND のヘッダ部分の #tempo というキーで身体動作の速度を記述できるようにした。改良版の LND の書式を図 13 に、記述例を図 14 に示す。なお、LabanEditor2 では従来版の LND と改良版の LND のどちらも読み取ることが可能である。

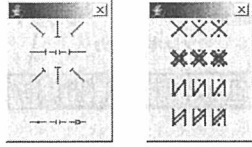


図 11: 付加記号ダイアログボックス

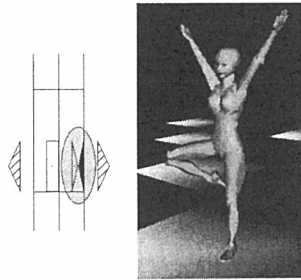


図 12: Divided Column

#### 4.5 譜面の印刷

入力・編集した Labanotation 譜面は、プリンタによって印刷することができる。印刷をする際には左右上下のマージンと、1 列あたりの小節数、1 ページあたりの列数を指定することができる。図 15 は入力した Labanotation の譜面を 1 列あたり 8 小節、1 ページあたり 4 列で印刷した例である。

#### 4.6 身体動作の表示

LabanEditor2 では、作成・編集中の譜面から身体動作を 3DCG として表示することが可能である。メニューより身体動作表示のためのコマンドを選択すると、動作表示用のウィンドウが開き、作成した譜面の身体動作を 3DCG で即座に表示することができる。これにより、動作を確認しつつインタラクティブに譜面を作成・編集することができる。

##### 4.6.1 人体モデル

動作表示時には 3 自由度を持つ 21 のジョイントからなる人体モデルを用いる。このモデルは図 16 のような階層構造を持っており、それぞれのジョイントを回転させることで様々な姿勢をとることができる。

```
// コメント
#version 1
#rhythm 値
#tempo 値

direction コラム 方向 高さ 開始時刻 終了時刻 付加記号
rotation コラム 回転方向 回転量 開始時刻 終了時刻
hold コラム 開始時刻
```

図 13: LND の書式

```
// Notated by H.Kobayashi , Aug 12 2004

#version 1
#rhythm 4/4
#tempo 60

direction r_support forward mid 0.0 2.0
direction r_arm forward mid 0.0 4.0
direction l_support forward mid 2.0 4.0
direction r_support forward mid 4.0 7.5
hold r_support 6.0
```

図 14: LND の記述例

##### 4.6.2 動作生成

身体動作の生成は図 17 の動作変換テンプレートを参照して行われる。動作変換テンプレートとは、Labanotation の各シンボルとそれに対応する動作を記述したものである。具体的には各シンボルに対して、図 16 の人体モデルのジョイント名と pitch (x 軸回りの回転), roll (y 軸回りの回転), yaw (z 軸回りの回転) の回転角度が記述してある。例えば、図 17 の例に示すように、方向が forward で高さが high の direction シンボルが r\_arm コラムに記述してある場合には、r\_shoulder の回転角度を  $-135^\circ, 0^\circ, 0^\circ$ , r\_elbow の回転角度を  $0^\circ, 0^\circ, 0^\circ$  に設定することを表している。動作変換テンプレートによって各シンボルの終了時点にとるべき姿勢が決定する (図 18)。

身体動作は、2 つの姿勢をキーフレームとして、この間を線形補間することによって生成する。動作が始まってからの経過時間を求め、その時間にとっているべき姿勢 (人体モデルの各関節の回転角度) を求める。そして、キャラクターモデルの関節をこの回転角度分だけそれぞれ回転させて、それを画面に表示する。これを連続的に行うことによって、身体動作の表示を行う。

キャラクターモデルのポリゴン表示 (図 19(a)) や、視点移動などの機能は Java3D を用いて実現している。また、LabanEditor2 ではキャラクターモデルの他にスティックモデル (図 19(b)) での表示も可能である。スティックモデル表示では Java3D の機能を使用していないので、Java3D の実行環境がない場合でも動作表示ができる。

また、動作表示時には図 20 のフレームコントロールパネルを使って、アニメーションを再生・停止するな

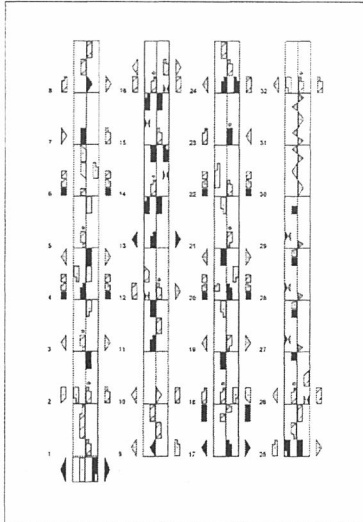


図 15: 印刷した Labanotation の譜面

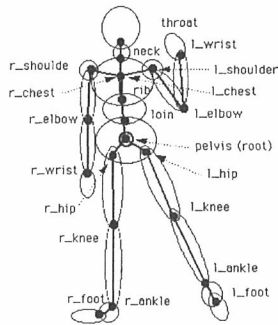


図 16: 人体モデルの階層構造

ど、表示の制御を行うことができる。

#### 4.6.3 身体動作表示結果

LabanEditor2 で入力・編集した舞踊譜面を 3DCG で身体動作として表示した例を図 21 に示す。左が入力した譜面で、右が動作表示結果である。

## 5 評価

本研究で開発した LabanEditor2 は、マウスで描画したいシンボルを選択し、キャンパス内でドラッグするだけでシンボルを描くことができる。この操作は一般の Drawing ソフトとほぼ同様であり、初心者でも容易

書式	例
#シンボル・サイン名	#direction
#コラム名	#r_arm
#シンボルの種類	#forward high
関節名 回転角度	R.Shoulder -135, 0, 0
関節名 回転角度	R.Elbow 0, 0, 0
.	.

図 17: 動作変換テンプレートの書式と例

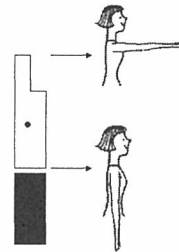


図 18: Labanotation とそれに対応する姿勢

に譜面を記述することができる。現在の LabanEditor2 では、Direction シンボルの他に、Rotation Sign, Relationship Pin, Body Sign, Space Measurement Sign を記述することができる。

Labanotation で記述できるシンボルやサインなどの図式記号は数多くあるが、現在の LabanEditor2 ではまだその一部しか記述することができない。また、Labanotation では譜面を記述する際に、多くの付加記号を描けるようにコラム数を増やした Expanded Staff という表記法がある。現在の LabanEditor2 はこの記述法に対応していないので、これらにも対応する必要がある。

LabanEditor2 で入力・編集した譜面からは LabanXML 形式で計算機システム上に保存できる。また、計算機システム上に保存されている LabanXML 形式のファイルを読み込んで、正しく譜面を表示することも確認した。ただし、LabanXML の開発はまだ緒にいたばかりであり、現時点では対応しているシンボルはそれほど多くない。今後 LabanXML の仕様の充実に伴って、LabanEditor2 もこれに対応していく必要がある。また、LabanXML に対応しているシステムは、本 LabanEditor2 以外はまだ存在しないが、多くのシステムで LabanXML に対応することが期待される。

動作表示に関しては、基本的なシンボルのみを使った比較的簡単な譜面で、動作が正しく再現されること



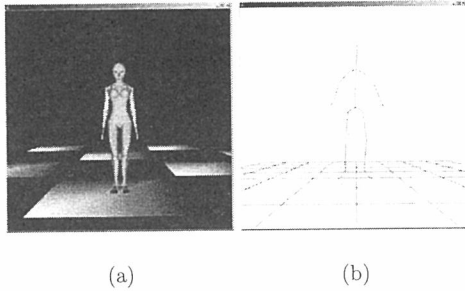


図 19: CG モデルとスティックモデル表示

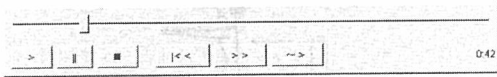


図 20: フレームコントロールパネル

を確認した。現時点で、動作表示は Direction シンボルと、回転や捻りを表す Rotation Sign, Hold Sign のみに対応している。また、全体的に身体動作はぎこちなく不自然である。LabanEditor2 の本格的利用のためには、これらの点を改善することが必要である。

本 LabanEditor2 は Java で開発したため、多くのプラットフォームで実行可能である。現在のところ、Windows 2000, XP, Red Hat Linux 8.0 のマシン上での動作が確認された。Java VM のバージョンはいずれも 1.4.2 を使用した。

## 6 おわりに

本報告では、舞踊譜 Labanotation の入力・編集と舞踊動作表示のためのシステム LabanEditor2 について報告した。現時点では、Labanotation の記述法のすべてにはまだ対応していないものの、簡単な身体動作については入力・編集が可能である。また、入力した Labanotation に対応する動作を、即座に 3DCG として表示できることが確認できた。このことから、本システムは Labanotation の教育、振り付けの指導など、舞踊のマルチメディア教材として有用であると考えている。

また、本システムでは入力・編集した譜面を LabanXML のデータ形式で保存できる。本システムで作成された LabanXML 形式のデータは舞踊のアーカイブ化や舞踊解析などにも利用できる。

謝辞 モーションキャプチャにあたっては、立命館大学アート・リサーチセンター研究員小島一成氏に多大な協力を頂いた。ここに感謝する。本研究は文部科学省 21 世紀 COE プログラム「京都アート・エンタテインメント創成研究」およ

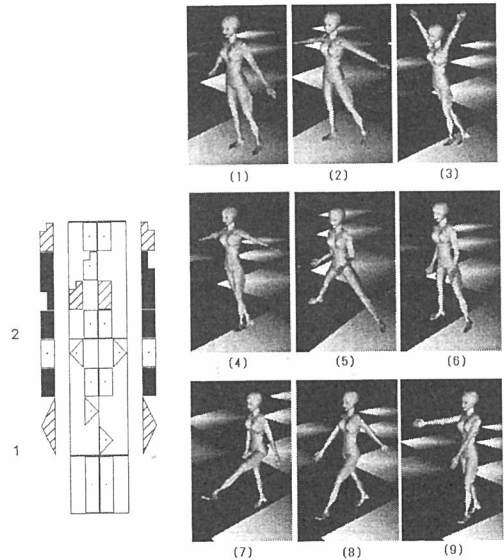


図 21: 動作表示結果

び科学研究費補助金基盤研究 (B)16300035 の支援により行われた。

## 参考文献

- [1] M. D. Brown, S. W. Smoliar: A Graphics Editor for Labanotation, Computer Graphics, Vol. 10, No. 2, pp. 60 - 65, 1976
- [2] LabanWriter Homepage, <http://www.dance.ohio-state.edu/labawriter/>
- [3] <http://www.bham.ac.uk/calaban/frame.htm>
- [4] LED & LINTER: An X-Windows Editor / Interpreter for Labanotation, <http://www-staff.it.uts.edu.au/~don/pubs/led.html>
- [5] Ilene Fox: Documentation Technology for the 21st Century, World Dance 2000 Academic Conference: Papers and Abstracts, pp. 137 - 142, 2000
- [6] 岡本賢一, 八村広三郎, 中村美奈子: 舞踊譜 Labanotation に基づく身体運動データ入力・編集・表示システムの開発, 人文科学とコンピュータ, pp. 73 - 80, 2001
- [7] Kazuya Kojima, Kozaburo Hachimura, Minako Nakamura: LabanEditor : Graphical Editor for Dance Notation, Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, pp. 59 - 64, 2002
- [8] 中井慎, 安室善弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏: 舞踊譜 Labanotation からの人物動作再現, 日本バーチャルリアリティ学会第 8 回大会論文集, pp. 407 - 410, 2003
- [9] 中村美奈子: Labanotation (ラバン式身体運動記譜法) に基づく身体運動データの XML 表現の開発, 人文科学とコンピュータ, pp. 23 - 30, 2003
- [10] Recordare Internet Music Publishing and Software <http://www.recordare.com/>