

ラバノテーション Labanotation とコンピュータテクノロジー

－モーションキャプチャデータの舞踊教育と舞踊分析への利用－

中村美奈子 (立命館大学アート・リサーチセンター) ・ 八村広三郎 (立命館大学)

1. 本研究の背景と目的

ルドルフ・ラバンの考案した Labanotation は、身体の動きを記号を用いて記述することを可能にしたもので、音楽の五線譜を縦にしたような形をしており、下から上へと読み進む (図 1 参照)。

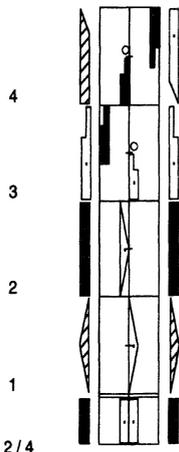


図1 Labanotation

中央の縦線が身体の中心線を表し、中心線の右側に身体の右側の動作を、左側に身体の左側の動作を記号を用いて記述するため、踊り手が譜面を読みながら動きを再現しやすいという特長がある。足や手の動きといった身体各部の詳細な動作についても記述可能であり、特定の舞踊様式に依存しない現時点で最も普遍的な舞踊記譜法である。

このことから、Labanotation は、舞踊を記録し分析するための方法論として欧米の研究者に広く用いられており、大学の舞踊科や人類学科の必修科目にもなっている。ダンスの初等教育～高等教育の現場においても、音楽における楽譜のように、身体表現の創作能力を高める手段として用いられている。

欧米では Labanotation により紙上に記譜された舞踊には著作権が認められているため、専門のノーテーターを雇って振付を記録させる舞踊の振付家も多い。更に、舞踊に限らず身体運動を記録分析するシステムとして医療の現場、例えば精神科のダンスセラピーや外科のリハビリテーションでも用いられている。また、近年においては、記号認識による動作制御が可能であるため、ロボティクスや CG (コンピュータ・グラフィックス)

など工学の分野での関心も高まっている。

本論文では、コンピュータテクノロジーを応用した Labanotation のマルチメディア教材の開発^[1]を契機として、モーションキャプチャデータの舞踊教育および舞踊分析への利用可能性について考察する。

2. 舞踊教育における舞踊記譜法とマルチメディアの必要性

舞踊は身体運動であり、3次元での動きにその本質がある。Labanotation は、この舞踊の記譜法、すなわち、身体動作そのものではなく、この身体動作を時間的、空間的及び身体各部の動作にもとづいて、抽象化したものである。Labanotation の習得には、自然言語の習得と同様に、ノーテーションを読み身体動作を理解できる、すなわち、具象化できる能力と、実際の舞踊をこのノーテーションで記述する、すなわち、抽象化できる能力が求められる。

舞踊は、3次元空間中での運動であるため、2次元の紙による教材のみによる学習には限界がある。実際に身体を動かしながら学べばすぐに理解できる基本的なことが理解されないために、間違った知識を持ってしまう人も数多い。記譜された動きを同時平行的にビデオ映像によって確認したり、また、舞踊譜を CG アニメーションにより再現したりするような、インタラクティブ性を持つマルチメディア教材を作ることにより、Labanotation についての正確な知識を楽しみながら学習できるという効果がある。

ビデオによる記録は、3次元のものを2次元に還元し、任意の方向から時間軸に沿って記録したものであるため、その死角にあたる部分が必ず出てきてしまう。また、身体の重心のおきかたなど、映像からでは知覚しづらい要素も多い。一方、Labanotation には、「サポートコラム」として、重心移動を記述するためのコラムがあるため、舞踊において最も重要な要素の一つである支持足についての情報を正確に記述することが可能である。また、Labanotation は、その身体運動や舞踊を習熟した人であれば、外側にははっきりと現れない身体の内側からの情報も時間的、空間的要素へと分解することにより記録でき、その動きが踊り手の意図的なものなのかそうでないのかを表わせるという点で、舞踊の身体表現の分析的解釈に有効

である。このことは、逆に、ビデオだけでは Labanotation で記述される舞踊の実際の表現としては十分ではないことを意味する。しかし、実際の動きのイメージを理解するためには、ビデオは必要不可欠であり、舞踊のアーカイヴとしては、ビデオなどによる映像と Labanotation の両方とともに保存することが、現時点ではもっとも理想的であるといえることができる。

ノーテーションを読み、実際の動作の確認を行ったり、逆に動作からノーテーションを表記する能力の習得には、インタラクティブ性が必要となる。また、Labanotation を教えることのできる教師が日本にはほとんどいないことを考慮すると、マルチメディアの自習教材やインターネットで利用できる教材の開発が望まれる。実際の舞踊そのものの記録としてのビデオ素材も欠かすことはできない。また、実際の舞踊における動作データであるモーションキャプチャデータも取り入れることによって、抽象化・具象化を段階的に理解することが可能となる。

Labanotation による舞踊の記譜は、身体運動の高度な抽象化をとまなう。このため、Labanotation の自習・インターネット教材では、1. ノーテーション、2. VRML による 3DCG アニメーション、3. モーションキャプチャデータによる 3DCG アニメーション、4. ビデオ、という抽象度の異なる素材間の自由な移動を可能にすること及びテキストによる説明をインタラクティブマルチメディアによって実現することが必要となる。同時に、インターネットでの利用を考慮に入れたメディア統合を行う必要がある。

3. モーションキャプチャを用いた舞踊の分析

3.1 LabanEditor による譜面作成と VRML による再生 [2]

これまで立命館大学理工学部の著者（八村）の

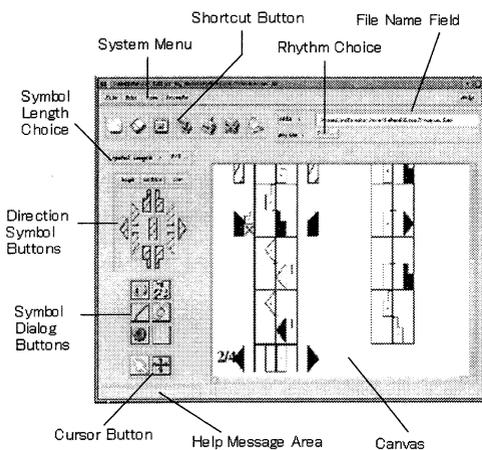


図2 LabanEditor

研究室が開発してきた LabanEditor は、Labanotation のための図面エディタである。JDK (Java Developers Kit) を用いて開発しているため、SGI (IRIX), SUN (Solaris), Windows PC など、多くのプラットフォームで利用できる [3]。図2は、LabanEditor の画面である。「canvas」に Labanotation のシンボルをインプットしていくことにより、譜面を作成する。最初に「Rhythm Choice」で拍子を選択した後、Direction Symbol Buttons を選択して、インプットしていく。現時点では、Labanotation の全てのシンボルに対応しているわけではないが、初歩的な Labanotation の学習用に用いることは可能である。

また、このシステムは VRML 出力機能をもつ (図3)。この VRML 出力によって、Labanotation で記述された舞踊を CG アニメーション化することによって、動きの実際を確認することが可能となる。ビデオとの相違点は、360度さまざまな角度から、記譜した動きを確認することができる点であり、3次元的に動きを理解することが可能になる。

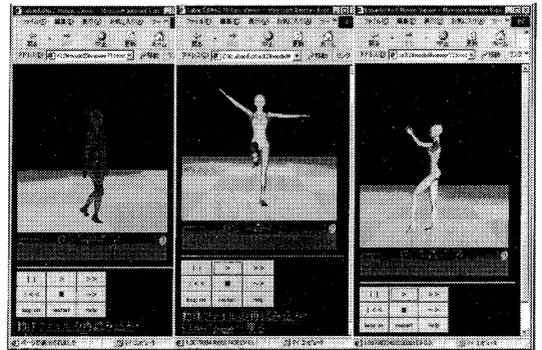


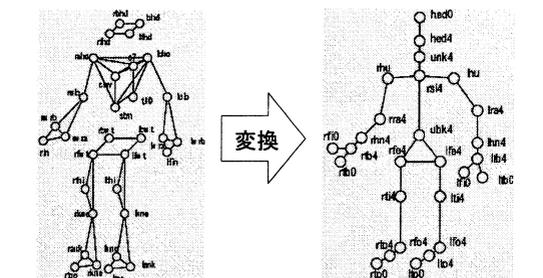
図3 LabanEditorからのVRML出力例

3.2 モーションキャプチャデータと Labanotation

本研究の一環として、著者の研究室では、立命館大学アトリエサーチセンターに設置されている光学式モーションキャプチャシステム (Oxford Metrics 社製『Vicon512』) を用いて、実際の人間の動きのデータをもちいた教材の作成について検討した。また、そのデータから Labanotation を生成するシステムの開発を行った。

このモーションキャプチャシステムの特徴としては、キャプチャと同時に同期した MPEG 形式のビデオ映像を録画することが可能であり、また毎秒120フレームという高いフレームレートで、誤差 3 mm 程の精度の高いデータを計測できることが挙げられる。本研究では、10台のカメラを使用し、演技者には頭から足先まで全部で33個のマーカーを装着して測定を行った。測定を行う際には『Vicon512』付属のソフトウェア『Workstation』

を使用した。この光学式モーションキャプチャシステムは、被験者の体表につけた33個のマーカのXYZ座標を時系列数値データ^[4]として取得し、27個の仮想身体ジョイントのXYZ座標を時系列数値データとして算出する(図4)。しかし、これらは数値データであるため、これらのデータを「歩く」などの意味のある身体運動として認識するのは難しく、視覚的なデータ形式に変換することが望ましい。よって、本研究では、その数値データからCGを生成するとともに、Labanotationの譜面に変換することを試みた。



被験者の身体につけた33個のマーカのXYZ座標を時系列数値データとして取得
27個の仮想身体ジョイントのXYZ座標を時系列数値データとして算出

図4 光学式モーションキャプチャシステム

(1) 舞踊譜 Labanotation とモーションキャプチャデータを用いた舞踊教育のための教材作成支援ツールの開発^[5]

まず、モーションキャプチャデータから3 DCGモデルを生成し、教材として利用することを検討した。この「教材作成支援ツール」は、モーションデータ(モーションキャプチャデータ)から生成したCG、モーションキャプチャ時のビデオ映像(MPEG映像)、その動きに対応したLabanotationの譜面(LabanEditorファイル)の3つを同期再生するものである。Labanotationの譜面は、前述のLabanEditorのデータ形式である、LND(舞踊譜記述データ)ファイルを読み込むことにより生成する(図5)。メニューからモーションデータファイル、MPEGファイル、LNDファイルを指定し、

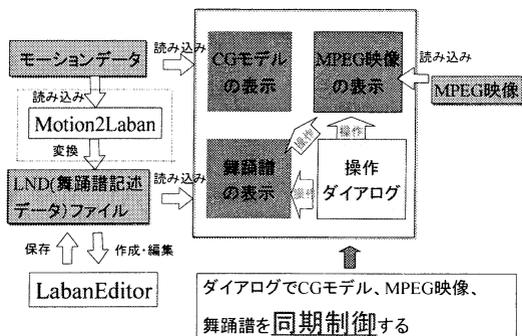
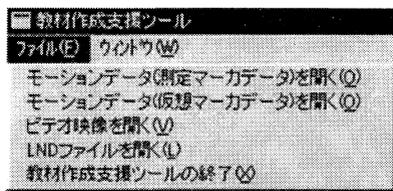
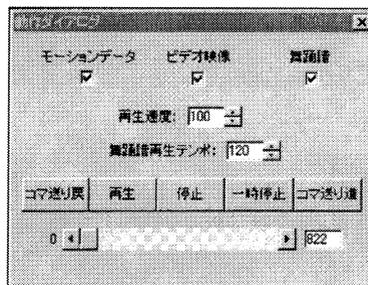


図5 舞踊教育教材作成支援ツールの概要

操作ダイアログで各ウィンドウの制御を行う(図6)。画面に表示する位置や大きさなどは、一部利用者の好みでカスタマイズすることができる。図7は、同期再生の実行例である。このプログラムは、Windows PCで動作するので、一般の人にも使いやすく、実際にモーションキャプチャでデータを取って、教材を作成することが可能となる。



このメニューからモーションデータファイル、MPEGファイル、LNDファイルを指定する



このダイアログで各ウィンドウの制御を行う

図6 メニューと操作ダイアログ

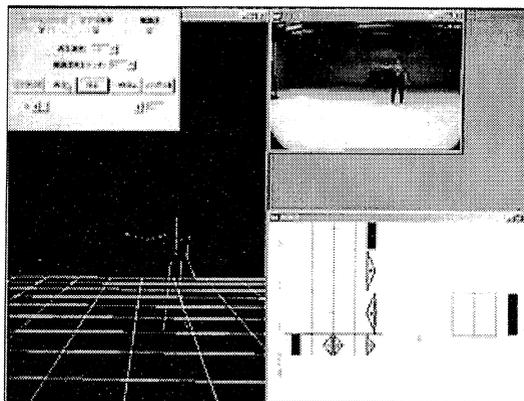


図7 同期再生の実行例

(2) モーションキャプチャデータからのLabanotationの生成^[6]

次に、モーションキャプチャデータから、Labanotationを生成することを検討した。「Motion2 Laban」は、モーションキャプチャデータを入

力すると、対象部位の身体動作をまとまりのある部分へと分割（セグメンテーション）し、動作セグメントを抽出し、LabanEditorのデータファイルであるLND中間データを生成する。次にこのLND中間データファイルは、実際のLabanotationの動作の分節よりも細かいために、最後に、細かく分割されたLND中間データの一部を削除して統合する処理を行い、Labanotationを生成する（図8）。

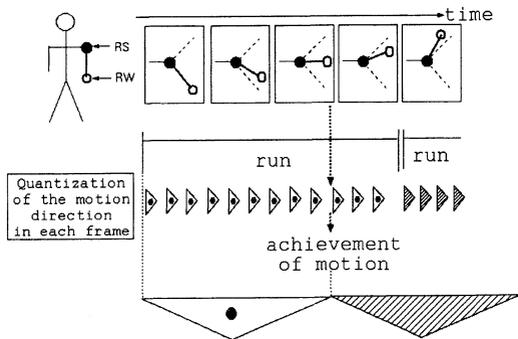


図8 モーションキャプチャデータからLND (Labanotation Data) の生成過程

「ラジオ体操」の身体動作データの両腕のデータのみを処理対象として実験を行い、Motion 2 Labanから出力されたLNDデータをLabanEditorで表示させたところ、両腕と両足の基本身体動作を記述できていることが確認された。現在は、まだ四肢の動きのみで胴体の動きには対応していないが、これが完成すれば、図9のように、モーションキャプチャデータからMotion 2 Labanを介してLNDファイルを生成し、そのファイルをLabanEditorを用いてLabanotationに変換することができる。また、LabanEditorのVRML出力機能を用いてVRMLを生成してWeb上に配信することも可能となるのである。

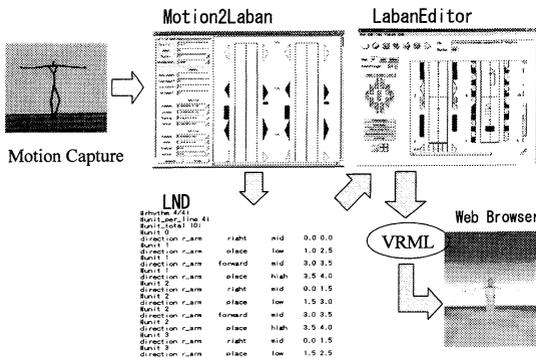


図9 LNDに基づく身体情報処理システム

3.3 SMILとマルチメディア統合によるインターネット教材

図10は、譜面を読みながら動きを確認する教材の

イメージである。^[7] Webブラウザ上で表示することができるため、インターネットでの配信や、遠隔教育が可能である。

Web上には、まず、左側の画面が現れる。「1小節目の動き」というテキストをクリックすると、ハイパーリンクにより、右上にテキストによる各小節の動作の説明がテキストとして現れる。右下の左にはVRML、右はビデオ画像であるが、これは、左下のボタンをクリックすると、現れるようになっている。よって、テキスト（文字情報）、VRML、ビデオで動きを確認することができる。

更にラバノテーションとビデオ映像を同期させて再生することが可能になれば、教育には、効果的である。本研究では、マルチメディア統合の言語としてSMILを用いた。^[8] SMILとは、同期マルチメディア統合言語（Synchronized Multimedia Integration Language）である。HTMLと同様のW3Cによって開発されたマーク付け言語で、マルチメディアオブジェクトを統合し、これらのオブジェクトの同期付けを行う。プレゼンテーションとして行う動きとWeb上でのレイアウトをSMILを用いて記述することにより、メディアオブジェクトと関連するハイパーリンクの対応を指定することができる。よって、SMILを用いることにより、Labanotationの譜面とVRMLによるCGアニメーション、およびビデオを統合して同期化することが可能になるわけである。

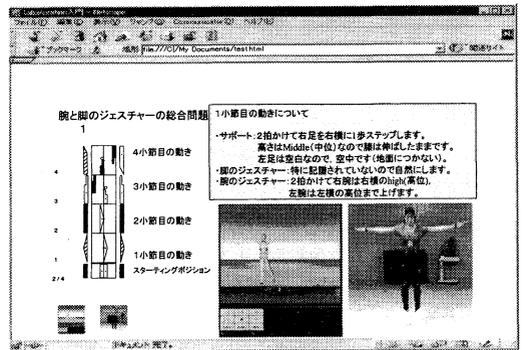


図10 LabanotationのためのWeb教材イメージ

図11は、SMILを用いて、日本の民俗舞踊のLabanotationの譜面（筆者が採譜したもの）とそれに対応した踊りのビデオ映像をWeb上で同時再生した画面、図12は、その元となったSMILの文書である。SMILでは、ビデオ再生用のアプリケーションとして「RealPlayer」を用いることができる。このSMIL文書には、踊りの映像のみを1回右の画面で再生し、次に踊りとLabanotationの映像を同期再生すること、またその2つの画面の大きさやレイアウトなどが指示されている。この例では、RealMovie (.rm) という形式の映像ファイルを用いているが、前述のMpeg (.mpg) 形式

でも動作を確認した。

SMIL を用いた教材は、ビデオなどのコンテンツの作成には時間がかかるが、1. マルチ画面によるネット上での同期再生が可能である、2. HTML の知識があれば、比較的容易に設計できる、3. 受信側にアプリケーションの購入などの金銭的な負担がかからないなどの利点がある。

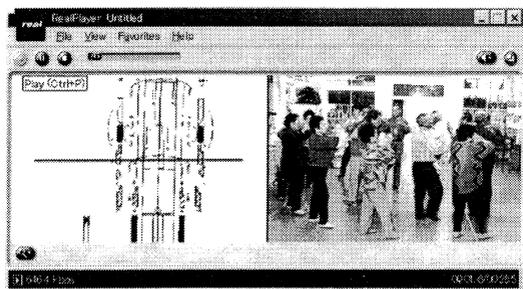


図11 SMILを用いたLabanotation譜面とビデオ映像の同期再生

```
<smil>
<head>
<meta name="author" content="Minako Makamura"/>
<meta name="title" content="Laban and dance"/>
<layout>
<root-layout height="240" width="705"/>
<region id="takatsuzu_Region" left="0" top="0"
height="240" width="352" z-index="0"/>
<region id="notation_Region" left="0" top="0"
height="240" width="352" z-index="0"/>
<region id="takatsuzul_Region" left="353" top="0"
height="240" width="352" z-index="0"/>
</layout>
</head>
<body>
<seq>
<video id="takatsuzu" src="media/takatsuzu.rm"
region="takatsuzu_Region" system-bitrate="307200"/>
<par>
<video id="notation" src="media/notation.rm"
region="notation_Region" system-bitrate="307200"/>
<video id="takatsuzul" src="media/takatsuzu.rm"
region="takatsuzul_Region" system-bitrate="307200"/>
</par>
</seq>
</body>
</smil>
```

図12 SMIL文書サンプル

4. まとめ

以上、舞踊記譜法である Labanotation のためのマルチメディア教材の開発を契機として、マルチメディアの必要性及びその扱いに関して検討してきた。身体動作の抽象表現である舞踊記譜法と身体動作の数値データとしてのモーションキャプチャデータを組み合わせることにより、より高度な舞踊分析が可能になっていくと考えられる。モーションキャプチャによる数値データはまた、身体動作の生データということもできる。舞踊および無形文化財のデジタル保存という観点からのモーションキャプチャデータの利用についても今後の課題としたい。

舞踊教育へおいては、コンピュータやインターネットを用いることにより、身体動作の自習用教材および遠隔教育用教材としての利用が可能になる。また、文部科学省が、初等教育における情報

リテラシー教育を開始することから、今後は、学校教育の舞踊教育の一環としてもコンピュータを用いた身体運動教育が取り入れられることも考えられる。

この研究は、松下視聴覚教育研究財団研究開発助成および、科学研究費補助金（地域連携推進研究費（2））「モーションキャプチャ技術による身体動作の分析・比較研究－3次元データベース化の研究開発」による。

[1] 中村美奈子（研究代表者）「平成12年度松下視聴覚教育研究財団研究開発助成報告書」, 217-226 (2001)

[2] 吉田康行, 松岡洋介, 八村広三郎 「舞踊譜 Labanotation に基づく身体運動の処理」『情報処理学会人文科学とコンピュータ』38-6: 61-68 (1998)

VRML とは、Virtual Reality Modeling Language の略称であり、ホームページ上での仮想三次元空間の表示を可能にしたものである。

[3] Machintosh への対応については、現在研究中である。なお、Macintosh での Labanotation 用図面エディタとしては、USA の Dance Notation Bureau が開発した LabanWriter がある。また、LabanWriter で編集した譜面を振付ソフト LifeForms の 3 DCG モデルで再現する研究が行われている。

Ilene Fox. "Documentation Technology for the 21st Century "World Dance 2000 Academic Conference: Papers and Abstracts, 137-142 (2000)

LifeForms の参照 URL:

<http://www.imi-jp.com/cg/LifeForms/>

<http://www.credo-interactive.com/products/index.html>

Labanotation から CG アニメーションを生成する

ソフトの先行研究としては、Don Herbison-Evans

教授 (University of Technology, Sydney) による研究がある。なお、Unix 上でしか稼動しないために、

日本ではほとんど舞踊研究者に使用されていない。

参照 URL:

Labanotation 入力ソフト

<http://linus.socs.uts.edu.au/~don/pubs/led.html>

CG アニメーション表示ソフト

<http://linus.socs.uts.edu.au/~don/pubs/nudes.html>

Labanotation と CG アニメーションの例

<http://linus.socs.uts.edu.au/~don/vogue/merr.html>

<http://linus.socs.uts.edu.au/~don/pubs/vogue.html>

[4] モーションキャプチャデータのデータ形式

は、BVH 形式が標準となりつつあり、LifeForms3.9

をはじめとする多くの CG ソフトがサポートして

いるが、Vicon512は、BVH をサポートしていない

ため、ここでは、TRC形式のモーションデータファイルを用いている。なお、BVH形式は、同じBVH形式でも仕様の異なるものもあるため、互換性の点ではまだ問題がある。

[5] 中村美奈子, 山川誠, 八村広三郎 「舞踊譜 Labanotation とモーションキャプチャデータを用いた舞踊教育のためのマルチメディア教材の作成」『情報処理学会研究会報告人文科学とコンピュータ』36-6: 61-68 (2001)

[6] Toshiro Matsumoto, Kozaburo Hachimura, Minako Nakamura. "Generating Labanotation from Motion-captured Human Body Motion Data" ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) vol.34 part 5/W1: 118-123 (2001)

[7] 中村美奈子, 安田静, 森立子, 八村広三郎 「舞踊記譜法 Labanotation のためのマルチメディア教材の開発」『情報処理学会2000年秋大会論文集』, 第4分冊:387-388 (2000)

[8] Minako NAKAMURA & Kozaburo HACHIMURA, "Labanotation and New Technology-Application of Hypermedia to Choreography and Dance Education-", World Dance 2000 Academic Conference: Papers and Abstracts, 131-135 (2000)
Philipp Hoschka, "Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 Specification", W3C (1998)

Natanya Pitts-Moultis, Cheryl Kirk (山本浩訳)
「XML実践ガイド下」, アスキー出版局, p160
周辺 (1999)

http://www.empirenet.com/~joseram/smil_intro/smil_intro.html

<http://www.doranecko.org/miso/>