

振付シミュレーションシステムを用いた現代舞踊の実演指導

海野 敏（東洋大学 社会学部）・ 曾我 麻佐子（龍谷大学 理工学部）

矢崎 雄帆（龍谷大学 大学院理工学研究科）・ 平山 素子（筑波大学 体育系）

筆者らは現代舞踊の振付創作を支援するために、プロダンサーの実演から収集した 3D モーションデータを合成するシステム“Body-part Motion Synthesis System (BMSS)”を開発してきた。このシステムを用いれば、最長 3 分程度のダンスシークエンスを創作し、3DCG でシミュレーションすることができる。しかし、このダンスシークエンスを舞台上で上演する作品として完成させるためには、振付家によるダンサーへの実演指導が不可欠である。そこで 3 回の実験を行い、BMSS で創作したダンスシークエンスを完成させるために、振付家がどのような指導を行っているかを分析した。実験の結果、振付家が(1)音楽・物語・感情を追加していること、(2)動きの連続性、大きさ、向きを修正していること、(3)CG アニメーションを媒介とする新しいタイプの協同作業をダンサーと行っていることが明らかになった。

Performance Instruction for Contemporary Dance Using a Choreographic Simulation System

Bin Umino (Faculty of Sociology, Toyo University)

Asako Soga (Faculty of Science and Technology, Ryukoku University)

Yuhō Yazaki (Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University)

Motoko Hirayama (Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba)

The authors have developed a system, “Body-part Motion Synthesis System (BMSS),” that synthesizes 3D motion data capturing from performances of professional dancers to support the creation of contemporary dance works. Using the BMSS, a choreographer can create a dance sequence which duration is about three minutes at longest and simulate it in 3DCG. However, choreographer instruction to dancers is indispensable to complete the dance sequences created by the BMSS as dance works on stage. Three experiments were conducted to analyze the choreographer instruction to complete the sequences. As the results of the experiments, the authors found that choreographers (1) added some sort of music, narratives, and feelings, (2) modified continuity, scale, and direction of movements, and (3) communicated with dancers by the medium of CG animation.

1. まえがき

筆者らはプロダンサーの舞踊動作の 3 次元モーションデータ（以下「モーションデータ」）を蓄積し、これを芸術・教育活動に活用する研究を行ってきた。一連の研究で「分析合成型振付」(analytic-synthetic choreography)と名付けた振付手法を開発し、この手法に基づき、振付シミュレーションシステム“Body-part Motion Synthesis System”（以下「BMSS」）を開発している[1,2]。また、この手法と舞踊ジャンルとの適合性を検討し、固定した様式を持たず、芸術的な独創性を求めて新奇な動作を模索することを特徴とする現代舞踊が、この手法にもっとも適合していることを明らかにした[3]。

これまでの研究で、BMSS を現代舞踊の振付教育に利用した場合の有効性は、日米英の大学で振付を学ぶ学生延べ 64 人と舞踊評論家 4 人を協力者とする実験で立証することができた[3,4,5]。ま

た、実験の結果を踏まえて BMSS の改良を進め、ver. 4.2（以下「BMSS4.2」のように表す）までアップデートを行っている。

しかし、BMSS は創作を支援することを目的に開発したものであるため、3DCG でシミュレーションする動きは舞踊作品としては不完全である。BMSS を創作に活用するためには、振付家が 3DCG の動きをダンサーに振り移しする過程で指導上の工夫と配慮が不可欠である。

本研究の目的は、BMSS がシミュレーションする動きを舞踊作品として完成させるために、具体的にどのような指導上の工夫と配慮が必要かを明らかにすることである。そのために 3 種類の実験を行い、舞踊作品として不完全な動きを作品化する過程を観察した。

なお、近年の舞踊研究では、独創的な振付・演出を追究する舞踊ジャンルの呼称として「現代舞踊」よりも「コンテンポラリーダンス」が用いられるため[6]、本稿でも以下後者を用いる。

2. 分析合成型振付の概要

2.1 振付契機における身体動作への注目

舞踊に関する Rudolf Laban の古典的な研究[7]や、コンテンポラリーダンスの振付創作プロセスに関する近年の研究[8,9]を参考にして、コンテンポラリーダンスにおける振付の契機を整理した。表1に示したとおり、振付契機は外的要因、内的要因に分類でき、それぞれいくつかの項目に下位分類することができる。

表1 振付の契機
Table 1 Motives of choreographies.

外的	音楽	律動・旋律, 歌唱, 器楽…
	物語	事件・事実, 詩歌, フィクション…
	物語的要素	事物・事象, 動植物, 風景…
内的	身体動作	舞踊的動作, 非舞踊的動作…
	感覚	五感, 平衡感覚, 内臓感覚…
	感情	喜怒哀楽, 気分, 情緒, 情念…
	思惟	記憶, 内省, 考察, 主義主張…

通常の振付では、これらの要素が組み合わさって振付契機となるが、振付の学習においても、創作においても、一般的に重視されているのは、音楽、物語、感情である。しかし、筆者らが開発した分析合成型振付は、音楽、物語、感情をあえて排除し、身体動作のみを最初の振付契機とする点に特徴がある。

振付の初期契機から音楽、物語、感覚を排除したのは、それによって舞踊芸術に新しい創作手法を提起できると考えたからである。分析合成型振付は、特定の音楽、筋立てのある物語、具体的な感情・情緒などを起点とする従来の振付手法に対して、それらを起点としないオルタナティブな手法として考案されたものである。

2.2 分析合成型振付とは

分析合成型振付とは、モーションデータを利用することで、プロダンサーの舞踊動作を分析的に解体し、再び組み合わせて新奇な舞踊動作を合成する手法である[1,2,3,4,5]。

具体的には、まずプロダンサーの舞踊動作を、モーションキャプチャシステムを用いてモーションデータとして取得する。次に、その舞踊動作の連続相を時間軸に沿って、あるいは身体的な構造を用いて分節化し、多数の要素動作を作成、蓄積する。そして、この要素動作を時間軸および身体的な構造を用いて再合成することで新たな要素動作を生成する。動作の合成は、ソフトウェアがモーションデータの加工によって自動的に行う。また合成元となる要素動作の選択も、部分的にソフトウェアが支援する。

2.3 舞踊動作の分節化と合成

舞踊動作の分節化では、時間の連続相と身体構造の連続相が考慮される。振付シミュレーションシステムの構築にあたって、筆者らはモーションデータを用いるソフトウェアの開発環境の制約の下で分節化を行った。具体的には、時間の連続相は身体動作の様式的制約を基準にして1~数秒の長さの要素動作に分割し、身体構造の連続相は人体の骨格を基準にして全身を基本的に7個の部位(頭, 両肩, 胴, 右腕, 左腕, 右脚, 左脚)に分割した(図1)。

要素動作2個を合成する手法には、連結、置換、混合の3種類がある。これらは合成元の要素動作のモーションデータは各関節の回転情報と骨盤中央(HumanoidRoot)の移動情報から、合成後の回転情報と移動情報を自動的に計算するアルゴリズムを用意することで実現できる。

連結は、同じ身体構造を持つ2個の要素動作を、時間軸上の重複なしに連続して並べる合成である。このとき、2個の要素動作の角度情報は互いに影響を与えない。

置換は、要素動作を構成する一部の動きを、他の要素動作の動きで置き換える合成である。2個の要素動作を時間軸上で重複させ、一方の角度情報を他方の角度情報で置き換える処理を行う。

混合は、2個の要素動作の動きを混ぜ合わせる合成である。2個の要素動作を時間軸上で重複させ、2組の角度情報から新たな1組の角度情報を算出する処理を行う。

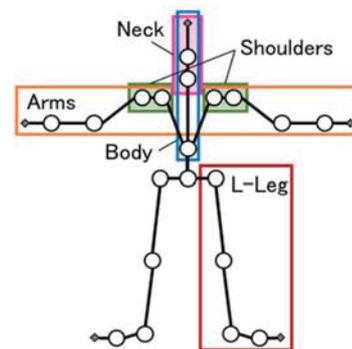


図1 身体分節化
Figure 1 Articulation of human body

3. 振付シミュレーションシステムの開発

3.1 開発の目的および履歴

BMSSは舞踊創作の支援を目的に開発しているシステムであり、分析合成型振付をパソコンやタブレットの上で実行し、3DCGでシミュレーションできるソフトウェアである。

BMSSの目的はあくまで創作支援であり、完成されたコンテンポラリーダンスの振付を作成することを意図していない。BMSSがシミュレーションする動きを作品化するためには、振付家が動きを取捨選択し、さらにダンサーへの振り移しにおいて動きを修正することを前提としている。

表2に、これまで開発したBMSSのバージョンを比較した。

表2 BMSSの開発履歴
Table 2 Development history of BMSS.

	開発年	要素動作	合成手法
BMSS1	2009年	40個	置換
BMSS2	2012年	40個	置換, 混合
BMSS3	2014年	118個	置換, 混合
BMSS4	2016年	188個	連結, 置換, 混合

BMSS1は置換のみによって、BMSS2は置換と混合によって、ユニット(Unit)と呼ぶ短い要素動作を自動的に生成するシステムである。BMSS1とBMSS2では、合成元の要素動作をユーザが選択しなければならない仕様であった。

BMSS3は、置換と混合によってユニットを自動的に生成するシステムである。合成元となる要素動作の個数は約3倍に増やした。合成元のベースとなる全身動作の要素動作はユーザが選択しなければならないが、ベース以外の合成元はシステムが自動的に選択する「自動振付」と呼べる機能を追加した。

BMSS4では、置換、混合に加えて連結ができるように改良し、シークエンス(Sequence)と呼ぶ長い舞踊動作をシミュレーションできるようになった。また、合成元となる要素動作の個数をさらに約1.6倍増やした。また、BMSS4.1では、数個のユニットを自動的に連結したフレーズ(Phrase)と呼ぶ舞踊動作を生成する自動振付の機能を追加した[5]。最新版は、ユーザインタフェースを全面的に改良したBMSS4.2である。

3.2 BMSS4の概要

BMSS4の特徴は、連結による動作合成ができることである。ユニットと呼ぶ短い要素動作を30個まで連結することができるので、最長約3分の舞踊動作(ダンスシークエンス)を作り、3DCGでシミュレーションすることができる。

システムにはUnitモードとSequenceモードがあり、タブによって切り替えることができる。

図2に画面例を示したUnitモードでは、ベースとなる全身動作を1つ選択して合成の条件を設定することで、ユニットと呼ぶ新しい要素動作をいくつでも自動的に合成することができる。ベースとなる全身動作は、単純なステップの動作から床に手をついて行うアクロバティックな動作まで、40個から選ぶことができる。

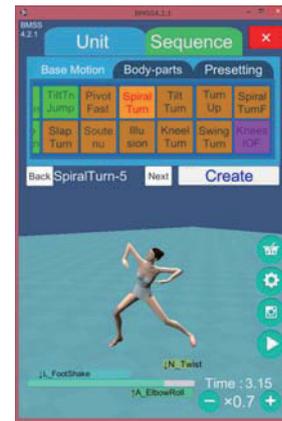


図2 BMSS4.2のUnitモード画面
Figure 2 Unit mode image of BMSS4.2.

合成したユニットは、3DCGの-avatarで再生してシミュレーションすることができる。再生時の視点は、ドラッグやピンチイン/アウトなど画面のタッチ操作で随時自由に変更可能である。また、ユニットは合成後に、速度を変える、左右を反転させるなどの修正を加えることができる。ユーザが創作に有用と判断したユニットは、一時保存することができる。

図3に画面例を示したSequenceモードでは、一時保存したユニットを自由に並べて連結し、シークエンスを創作する。シークエンスは、ユニットと同じように-avatarで再生してシミュレーションすることができる。シミュレーション後には、ユニットの順番を変えたり、削除したり、挿入したり、シークエンスを編集することもできる。また、Sequenceモードでは、フレーズを自動生成し、それをシークエンスへ組み込むこともできる。



図3 BMSS4.2のSequenceモード画面
Figure 3 Sequence mode image of BMSS4.2.

4. 振り移し実験

4.1 実験の目的

BMSS は、舞踊作品として完全な動きを作るためのソフトウェアではなく、創作の支援をするために動きをシミュレーションするシステムである。したがって、これまでの評価実験においても、BMSS が 3DCG でシミュレーションする動きを振付家またはダンサーが必要に応じてアレンジする工程を、実験のプロセスに組み込んでいた。これらの実験結果から、BMSS によるシミュレーションは創作に十分有用であるが、開発のコンセプト通り、そのままでは舞踊作品として不完全であることが明らかになっている[3,4,5]。

本実験の目的は、BMSS がシミュレーションする動きを舞踊作品として完成させるために、具体的にどのような工夫と配慮が必要かを明らかにすることである。そこで、プロのコンテンポラリーダンス振付家の創作過程を観察して、振付家がダンサーへ振り移しをするとき、BMSS の動きを作品化するためにどのような作業が行われるのかを分析した。

4.2 実験の手順

プロの振付家が BMSS の動きを作品化する創作過程を観察するために、内容の異なる A, B, C, 3 回の実験を行った。

実験 A は、プロの振付家 1 人がプロダンサー 2 人へ振り移しする実験である。まず、本論文の第 4 著者である平山が、BMSS4 を利用して約 90 秒のダンスシークエンス 2 本を創作した。平山はコンテンポラリーダンスの職業的な振付家として国内外で長く活動している[10]。

次に、2 本のダンスシークエンスを、2 人のプロダンサーへ振り移しする過程を、第 1・2 著者である海野と曾我が観察した。2 人のプロダンサーの 2 種類の演技は、ビデオに収録した。図 4 に実験 A の情景を示す。



図 4 実験 A の情景
Figure 4 Scenes of Experiment A.

実験 B は、プロの振付家 1 人が多数のダンス学習者へ同時に振り移しする実験である。平山が実験 A で創作したダンスシークエンスの 1 本について、コンテンポラリーダンスを学んでいる実験協力者 16 人へ同時に振り移した。その過程

を、やはり海野と曾我がその場で観察した。図 5 に実験 B の情景を示す。



図 5 実験 B の情景
Figure 5 A scene of Experiment B.

実験 C は、プロの振付家 3 人がプロ/セミプロのダンサーへ振り移しする実験である。コンテンポラリーダンスのプロの振付家として、平山に加えて石淵聡氏、坂田守氏を協力者に迎え、BMSS4 を利用して劇場で上演できる 5 分程度の小品を 2 ヶ月間で創作してもらった。

その結果、平山は BMSS4 で創作した 4 つのシークエンスを用いてダンサー 1 名による約 8 分の作品、石淵は 17 のシークエンスを用いてダンサー 4 名による約 10 分の作品、坂田は 6 つのシークエンスを用いてダンサー 2 名による約 6 分の作品をそれぞれ完成させた。

完成した 3 つの作品は、50 人ほどの観客を集めて小劇場で上演した。平山作品はプロダンサー 1 名、石淵作品は石淵本人を含めたプロダンサー 2 名とセミプロダンサー 2 名、坂田作品は坂田本人を含めたプロダンサー 2 名が出演した。

この実験では、3 人がダンサーへ振り移しする過程を直接には観察せず、作品上演後に振付家へのインタビューを行った。図 6 に石淵作品と坂田作品の上演情景を示す。

なお、実験 B では、コンテンポラリーダンスの振付学習における BMSS の有用性も評価したが、本論文では振り移しの問題のみを取り上げる。同様に実験 C では、コンテンポラリーダンスの舞台創作における BMSS の有用性を評価したが、本論文では振り移しの問題のみを取り上げる。



(a) 石淵作品 (b) 坂田作品

図 6 実験 C の情景
Figure 6 Scenes of Experiment C.

4.3 実験 A から得た知見

実験 A の結果、BMSS からの振り移しを観察するにあたって、以下の3点に注目すべきことが分かった。

第1は、BMSS が初期契機から排除した要因を、振付家がどのように追加したかである。2.1 で述べた通り、分析合成型振付では、振付の初期契機から音楽、物語、感情などをあえて排除している。そこで、BMSS の動きを作品化するにあたっては、振付家が音楽、物語、感情などを追加するかどうかを観察した。

第2は、BMSS がシミュレーションする動きを振付家がどのように修正するかである。3.1 で述べた通り、BMSS はあくまで創作を支援するシステムであり、振付家による動きの修正を前提としている。そこで、作品化するにあたって振付家が動きをどう修正するかを観察した。

第3は、振付家とダンサーがどのようなコミュニケーションを行うかである。通常とは異なる創作過程なので、振り移しにおいても通常とは異なる協同作業が行われるかどうかを観察した。

4.4 実験の結果と考察

実験 A の知見に基づいて実験 B, C を観察、分析した結果、BMSS がシミュレーションする動きを舞踊作品として完成するにあたって、振付家が以下のような指導上の工夫と配慮を行っていることが明らかになった。

(1) 音楽・物語・感情の追加

BMSS が初期契機から排除した要因に関しては、作品化にあたって振付家が積極的に追加していることが分かった。

音楽に関しては、いずれの振付家もリズム性を追加していた。振り移しでは、ダンサーが振付を記憶して身体化するためにカウントの必要性はきわめて高く、3人の振付家全員がカウントを付加し、ダンサーもそれによって振付を記憶していた。実験 B では、初めから一定のリズムを刻む音楽を別途用意して振り移しを行っていた。

一方、旋律は必須ではなかった。実験 C では、平山作品は1曲、石渕作品は5曲、坂田作品は1曲の楽曲を用いているが、いずれの作品でも一定の時間は無音または無旋律で演じられていた。

物語・感情に関しては、言語表現によってイメージ性が追加されていた。BMSS がシミュレーションする動きは物語・感情を伴わないため抽象性が強いが、振り移しにおいて振付家が言葉によって具体性を与えていることが観察できた。例えば平山は、「森へ入っていくように」、「子犬を蹴るように」、「ここから有機的に」等の表現で、一部の動きに特定のイメージを与えていた。同様のこ

とは他の振付家も頻繁に行っていた。

一方、筋立てのある物語は必須ではなかったが、実験 C では、作品全体にタイトルを与えることで物語的要因が強化されていた。それぞれの作品タイトルは、平山作品が『in/de/pe/n/den/ce』、石渕作品が『人間チャチャチャ』、坂田作品が『体癖』である。上演後のインタビューから、いずれも作品へ具体的な意味とイメージを与えるためのタイトルであることが確認できた。

(2) 動きの修正

BMSS がシミュレーションする動きの修正に関しては、振付家が振り移しで積極的に修正した動作成分と、あえて修正を控えた動作成分があることが分かった。

振付家が積極的に修正した動作成分は、動きの連続性、動きの大きさ、動きの方向である。

BMSS ではユニットとユニットの連結を自動的に行うため、シミュレーションした3DCGの身体動作が舞踊として不自然になることが少なくない。これに対して、振付家はどのように動きをつないで舞踊としての流れを生じさせるかを指示する傾向があった。また、実験 C では、いずれの振付家も BMSS のシミュレーションとは別個の「間」、すなわち静止の部分を多数追加していた。このような「間」も、動きが作品化するために必然的に加えられた成分であり、舞踊の連続性を保証するものとみなすことができる。

動きの大きさ・方向の修正も、動きの連続性を保証するために必須であった。BMSS では、ユニットごとに全身の方向や移動する距離を細かく調整することはできない。いずれの振付家も、それぞれのダンサーへ身体の向き、移動する大きさを詳細に指示していた。とりわけ石渕作品、坂田作品は複数のダンサーが踊る作品のため、ダンサーが演技する舞台上の位置とフォーメーションの指示は不可欠であった(図6参照)。

一方、振付家があえて修正を控えた動作成分は、ユニットとして合成された要素動作自体である。BMSS では、ユニットごとの全身の方向や移動する距離だけでなく、身体部位の動く角度や距離も細かく調整することができない。ところが、実験 C においては、いずれの振付家も全身の方向や移動距離は修正するにもかかわらず、身体部位の動く角度や距離は、BMSS のシミュレーションをできるだけ忠実に再現しようとしていた。

例えば石渕氏は上演後のインタビューで、3DCGの動きを「ほとんどそのまま使った」と述べている。また坂田氏も「アバター感をなくさないようにした」、「機械っぽさを出そうとした」と述べている。

このように、プロの振付家が BMSS を利用すれ

ば、ユニットとして合成された要素動作を修正せずに用いることで、コンテンポラリーダンスの新奇な動きを作品化できることが明らかになった。

(3) 振付家とダンサーの協同作業

振り移しにおいて通常の創作過程とは異なる協同作業が行われるかどうかに関しては、CGアニメーションを媒介とする新しい協同作業が行われていることが分かった。

実験Cのインタビューにおいて、「BMSSがあつて初めてできたことは何か」という質問に対し、いずれの振付家からも、振り移しにおいて従来とは違うコミュニケーションがダンサーとのあいだで行われたとの言明があつた。

例えば石淵氏は、BMSSがシミュレーションしたCGアニメーションをダンサーに提示することで、直接対面する前から振り移しを始められたことや、自ら演じるときダンサーから逆に教示される場合があつたことを述べている。平山も、ユニットの動きを極力修正せずに演じるために、ダンサーとCGアニメーションを見ながら動作の細部を分析する作業が新鮮だったと述べている。

このように、BMSSを用いることで、振付家とダンサーによる新しい協同作業が可能になることが明らかになった。

5. まとめと展望

本研究では、振付家が振付シミュレーションソフトBMSSで生成した動きを作品化するため、どのような指導上の工夫と配慮が必要かを明らかにした。具体的には、BMSSがシミュレーションする3DCGの動きをダンサーへ振り移しする過程で、プロの振付家が補完する要素を整理した。

内容の異なる3回の実験を通して、プロの振付家は3つの点で指導上の工夫と配慮を行っていることが明らかになった。

第1は、音楽・物語・感情の追加である。演技のためにリズム性の追加は必須であること、一部の動きに対して言語表現によってイメージ性が与えられること、作品化されるときにタイトルが物語的要因を強化することなどが分かった。

第2は、動きの修正である。ユニットとユニットを自動的に連結して作られたシークエンスに対し、動きの連続性、動きの大きさ・方向が積極的に修正されることが分かった。一方、ユニットとして合成された個々の要素動作は、あえて修正せずに用いることでコンテンポラリーダンスの新奇な動きを作品化できることが分かった。

第3は、ダンサーとの新しいコミュニケーションである。BMSSを用いることで、振付家とダンサーのあいだでCGアニメーションが媒介する新しい協同作業が可能になったことが明らかに

なった。

本研究では、第4著者を含めてプロの振付家3人による創作を行ったが、今後はプロの振付家の協力者を増やし、本研究で見出した知見に十分な一般性があるかどうかを検証する。また、BMSSを用いて創作した作品の劇場上演を重ねることで、モーションデータを用いた分析合成型振付によるコンテンポラリーダンス創作の可能性と問題点をさらに検討する予定である。

謝辞

実験に協力いただいた方々に謝意を表す。モーションデータ収録にあたっては、神奈川工科大学映像スタジオをお借りした。なお、本研究の一部は、JSPS 科研費 15H02793 の助成によるものである。

参考文献

- 1) 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子: 動作合成システムとタブレット端末を用いた現代舞踊の創作支援, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), Vol. 2, No. 2, pp.10-19 (2014).
- 2) Asako, Soga, Bin, Umino, Yuhō, Yazaki, Motoko, Hirayama.: Body-part Motion Synthesis System and its Evaluation for Discovery Learning of Dance, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E99-D, No. 4, pp.1024-1031 (2016).
- 3) 海野敏, 曾我麻佐子, 矢崎雄帆, 平山素子: モーションデータを用いた舞踊動作の合成原理とその応用—現代舞踊の振付学習における有用性, 情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, Vol. 2015, No. 2, pp.277-282 (2015).
- 4) 矢崎雄帆, 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子: 身体部位動作の自動合成システムを用いた現代舞踊の創作支援, *NICOGRAPH2015 論文集*, 8 pages (2015).
- 5) 矢崎雄帆, 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子: 現代舞踊の創作支援を目的とした動作合成システム—振付フレーズの自動生成手法, 情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, Vol. 2016, No. 2, pp.165-170 (2016).
- 6) 鈴木晶 (編著): *バレエとダンスの歴史—欧米劇場舞踊史*, pp.229-253, 平凡社 (2012).
- 7) Newlove, Jean: *Laban for Actors and Dancers*, Nick Hern Books, 158 p (1993).
- 8) 中野優子, 岡田猛: コンテンポラリーダンスにおける振付創作プロセス, 日本認知科学会第32回大会発表論文集, pp. 273-282 (2015).
- 9) 中野優子, 岡田猛: コンテンポラリーダンスにおける振付創作過程の解明, *舞踊学*, No. 38, pp.43-55 (2015).
- 10) 平山素子オフィシャルサイト (<http://www.motokohirayama.com>) (参照 2017-11-15).