

舞踊教育における発見的学習支援システム ～モーションデータを用いた動作合成による振付創作の学習効果～

海野 敏* 曾我 麻佐子** 河野 良之** 平山 素子***

*東洋大学社会学部 **龍谷大学大学院理工学研究科 ***筑波大学大学院人間総合科学研究科

ダンスのモーションデータアーカイブを利用して、現代舞踊の振付を対話的に創作可能な振付シミュレーションシステム Body-part Motion Synthesis System (BMSS) を開発した。BMSS の利用でどのような発見的学習が期待できるかを評価するために、現代舞踊を対象とした振付創作トレーニング実験を行った。ダンス創作経験者 8 名による実験の結果、BMSS は、創作トレーニングツールとして、新しい振付手法の発見、新しい舞踊動作の発見、身体への新しい意識の発見という 3 つの領域で学習効果があることを確認した。

A Support System for Discovery Learning of Dance Education: Effect for Learning Choreography Composition by Body-part Motion Synthesis

Bin Umino
Faculty of Sociology
Toyo University

Asako Soga, Yoshiyuki Kohno
Graduate School of Science and Technology
Ryukoku University

Motoko Hirayama
Graduate School of Comprehensive Human Sciences
University of Tsukuba

We have developed an interactive simulation system, “Body-part Motion Synthesis System (BMSS),” for contemporary dance choreographies by using 3D motion archives. We conducted an evaluation experiment for creating contemporary dance choreographies to verify the learning effect of BMSS as a support system for discovery learning. As a consequence of the experiment with 8 examinees who had have created contemporary dance, we verified that BMSS is helpful as a creation training tool to discover new choreographic method, new dance movements, and new consciousness of own bodies.

1. まえがき

筆者らは、舞踊の 3D モーションデータを大量に蓄積し、芸術・教育活動に活用するための研究を行っている。一連の研究では、Web ベースの対話型バレエ振付シミュレーションシステム ‘Web3D Dance Composer’ (以下、WDC) を開発し、改良を重ねてきた。同システムは汎用性が高く、舞踊技術の教育・学習、舞踊作品の創作・シミュレーション、舞踊演技の記録・蓄積などに応用が可能である。

WDC による「分析合成型振付」の有用性は、すでに WDC を用いたバレエのレッスン用振付の創作実験[1][2][3]と、現代舞踊(コンテンポラリーダンス)の創作トレーニング実験[4][5]を、それぞれいくつかの角度から複数回行って確認している。

今回は、現代舞踊の振付創作の学習効果を高めるため、身体部位ごとに動作を選択・合成できる身体部位動作合成システム ‘Body-part

Motion Synthesis System’ (以下、BMSS) を作成し、再び創作トレーニング実験を行った[6]。本研究では、振付創作の学習では「発見的学習」が重要であるという見地から、本研究では、BMSS による「分析合成型振付」によってどのような発見的学習が期待できるかについて評価を行った。

2. 発見的学習

2.1 教育学における発見的学習の位置付け

発見的学習(discovery learning)とは、予め体系化された知識や技能を教師が生徒・学生へ与えるのではなく、生徒・学生自らが探究して課題に対する解答を発見し、さらに生徒・学生自らが知識と技能を体系化できるような方向へ、学習過程を組織化する教育手法である。

これは知識・技能の習得よりも、その前提となる思考方法、思考態度、問題解決力といったメタレベルの能力の習得を重視する教育手法で

あり、知識を実在の表象と捉えるのではなく、主観の側の活動の中に知識のありかを見る構成主義的な知識観を背景としている[7].

発見的学習の起源は、米国の哲学者 John Dewey の「問題解決型学習」(problem-solving learning)まで遡ることができるが、これを科学的に定式化したのは米国の認知心理学者 Jerome Bruner である[8]. Bruner の理論は、日本の教育界へも大きな影響を及ぼしており、1980 年代以降のいわゆる教育改革の議論や、1990 年代以降に文部科学省が推進した「新しい学力観」に色濃く反映している。その結果、いまや発見的学習の重要性は、知識注入型の教育を解毒、補完する教育手法として、日本でも広く認識されている。

2.2 振付創作と発見的学習

舞踊教育の学習項目には、美学や解剖学などの理論を学ぶ座学、舞踊技術を学ぶ実技もあるが、筆者らがこれまでの研究で 3D モーションデータを利用して支援しようと試みてきたのは、振付創作の実習である。

筆者らは、上述したバレエのレッスン用振付の創作実験と現代舞踊の創作トレーニング実験を通して、舞踊教育の中でも振付創作の実習は、予め体系化された知識や技能を教師が生徒・学生へ与える部分がきわめて少なく、発見的学習が圧倒的に大きい部分を占めていることに気づいた。とりわけ、現代舞踊の振付創作は制約や規則がきわめて少なく、バレエよりもはるかに自由度が高いため、全面的に発見的学習にならざるをえない。

そこで、本研究では、新たに開発した BMSS によって、現代舞踊の振付創作の学習で、どのような発見的学習が期待できるかに焦点を絞って評価を行った。言い換えれば、学習者がどのような発見を経て、どのようなメタレベルの能力を獲得したかを評価する。

3. 振付シミュレーションシステム

3.1 分析合成型振付

WDC と BMSS では、身体動作をモーションアーカイブから順次選択し、それらを連結した動きを 3DCG でシミュレーションすることができる。この振付手法は、舞踊動作を時間軸に沿って分割して要素動作に還元し、これを再び時間軸に沿って配列、組み合わせて新しい振付を生成する点が独創的である。

このような振付手法を、著者らは「分析合成型分類」(analytic-synthetic classification)になぞらえて、「分析合成型振付」(analytic-synthetic choreography)と名付けた[3].

これは、20 世紀後半の抽象主義現代舞踊を代表する Merce Cunningham と William Forsythe

の方法論を拡張した振付手法である。まず Cunningham は、コンピュータソフト (Life Forms) を使って「振付可能域」に弱い制約を加え、一方、偶然性を導入して振付にヒューリスティクスを与える手法を開発した。ここで振付可能域とは、振付創作で選択可能な動作語彙の範囲を指している。

一方 Forsythe は、アルゴリズムック・ダンス (algorithmic dance) と呼ばれる即興演技のメソッドによって振付可能域の制約を極小化し、同時に、同じメソッドで振付にヒューリスティクスも与える手法を開発した。

これらに対し、WDC と BMSS の分析合成型振付は、モーションアーカイブに収録した要素動作集合によって振付可能域に強い制約を与える一方、WDC、BMSS それぞれの 3DCG シミュレーション機能によって振付にヒューリスティクスを与える手法と説明することができる。

3.2 BMSS の開発

最初に開発した WDC は、バレエレッスンの 543 種の基本ステップについて、全身の動作を単位に選択・連結して振付を行うシステムであった[3]. 次に、WDC を現代舞踊に適用し、現代舞踊の 53 種の典型的動作について、同じく全身の動作を単位に選択・連結して振付するシステムを開発した[5].

しかし、現代舞踊は、そもそもバレエのような標準的な基本動作がないのみならず、いっそう独創的な動作の創造が要求されるジャンルである。そのため、いっそう柔軟な動作合成が必要であることが判明した。そこで、基本となる全身動作に、複数の身体部位動作を組み合わせて振付のシミュレーションを行えるシステムとして、BMSS を開発した[9].

具体的には、まずモーションアーカイブから基本となる全身動作を一つ選び、それを 3DCG 画面で再生させている途中、適当なタイミングで身体部位動作を選択すると、既に選択した全身動作に合成した動きを即時的にシミュレーションして見ることができる。選択できる身体部位動作は、頭、胴、腕、脚の動きである。基本となる全身動作には、複数の身体部位動作を、それぞれを別のタイミングで合成することができるし、合成する身体部位動作の個数に制限はない。図 1 に、BMSS のモーションデータのための骨格モデルと身体部位の分割方法を示した。

合成動作を並べて長いダンスシークエンスを作成できること、身体部位動作は自由なタイミングでいくつでも合成できること、創作したシークエンスは 3DCG で随時確認できることなどが BMSS の特徴である。

図 2 は、動作合成の例を示したものである。この例では、基本となる全身動作に胴体の動きと左脚の動きが順次合成されている。

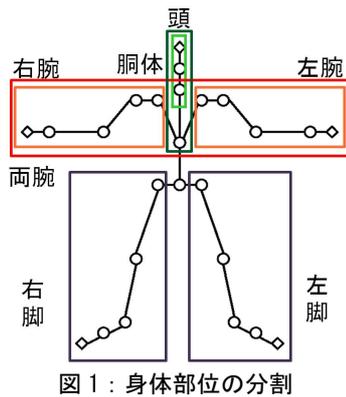


図1：身体部位の分割

ユーザインタフェースには、タッチパネルとキーボードの2種類を用意した。図3には、キーボードを使う場合のキーと身体部位動作の割り当てを示した。

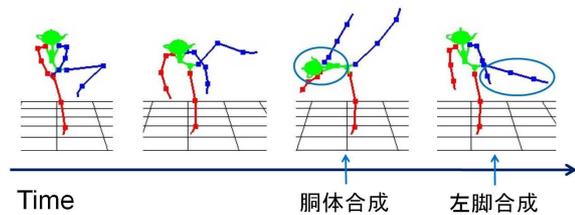


図2：動作合成例

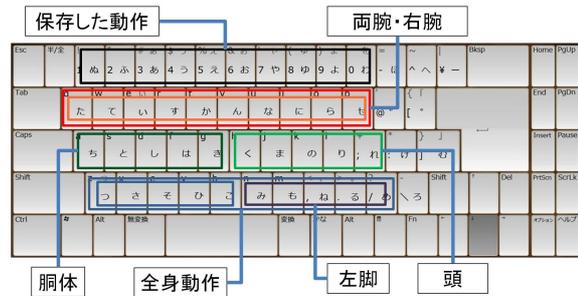


図3：動作の割り当て

4. 振付創作トレーニング実験

4.1 実験手順

BMSS を用いた分析合成型振付が、発見的学習にとって有用かどうか、具体的にどのような発見的学習が期待できるかを評価するため、現代舞踊の振付創作トレーニング実験を行った。

被験者はダンスを専攻している大学生・大学院生 8 名である。8 名とも女性で、ダンス歴は最短 5 年から最長 23 年まで、全員が現代舞踊の振付創作をいままでに経験済みであった。

実験には、全身動作 15 種と、身体部位動作 25 種を用いた。表 1 に、40 種の要素動作の内訳と例を示した。

要素動作の種類を 40 種という比較的少なくしたのは、第 1 に、実験時間が限られているので、動作の順列・組合せが多くなりすぎないようにするためであり、第 2 に、3.1 で述べた「モーションアーカイブに収録した要素動作集合によって振付可能域に強い制約を与える」という分析合成型振付の特徴をあえて強めた上で評価を行うためである。

実験の手順は次の通りである。

- (1) 被験者に BMSS の操作法を説明し、操作に馴染んでもらう。
- (2) 各自が BMSS を用いて、基本となる全身動作に身体部位動作を自由に合成し、保存する（合成動作は 15 個まで保存できる）。
- (3) 作成した合成動作を 3 個以上つなげて、1 分程度のダンスシークエンスを作成する。
- (4) 作成したダンスシークエンスにイメージやニュアンスを加え、振付創作としての完成度を高めて実演する。

実験は 4 人 1 組で行い、1 人につき 2 つのダンスシークエンスを作成してもらった。①～③は 4 人が同時に行い、④の実演は 1 人ずつ

順番に行った。1 組あたりの実験時間は 90 分である。

図 4 は、実験の様子である。また、図 5 には、被験者の 1 人が作成したダンスシークエンスを例示した。

4.2 被験者の全体的評価

実演後、(1)ダンスの創作の支援、(2)ダンスのトレーニング、(3)動きの学習・理解という 3 つの観点から、BMSS の有用性・有望性を 4 段階で評価してもらった。

創作の支援という点では「今でも有用」が 6 名、「わからない」が 2 名であった。ダンスのトレーニングという点では「今でも有用」が 5 名、「改良すれば有望」が 2 名、「わからない」が 1 名であった。動きの学習・理解という点では「今でも有用」が 2 名、「改良すれば有望」が 6 名という結果であった。

被験者による評価は、実験者に対する気遣いから肯定的な結果を得られやすいというバイアスを考慮しなければならない。しかし、その点を勘案しても、8 名の被験者全員から BMSS の有用性・有望性について十分に肯定的な評価が得られたことは、システムの有用性・有望性に期待がもてることを示唆している。

4.3 ユーザインタフェースの評価

BMSS の改良点を明らかにするために、システムに関する 2 つの設問を用意し、自由記述形式で回答してもらった。

まず、「動作合成システムで作成できる動作で、不自然な動作または実現不可能な動作があったか」という設問に対しては、「重心移動が不可能なものがいくつかあった」、「浮いた状態で片足を動かす（動作があった）」など、8

表 1：要素動作の個数と例

身体部位	個数	キーと動作例
全体動作	15	[c] ツイスト・ジャンプ
頭	10	[K] ネック・ラウンド
胴体		[s] ボディ・フロント
両腕	10	[o] アームス・ウェーブ(両腕)
右腕		[O] アームス・ウェーブ(右腕)
左脚	5	[N] レッグ・スイング

名中 7 名から回答があった。体が浮いたりするような動作などについては、試作システムで実装した身体部位の接地判定による制約により、体が浮いたりするような動作などはある程度排除することができる[9]。しかし、重心を考慮した動作合成などについては、新たな対策が必要であることがわかった。

次に、「動作合成システムの評価、改良を望まれる点をできるだけ具体的に」という設問に対しては、「パソコンの操作に慣れるのに少し時間がかかった」、「スピードや大きさも欲しい。またナレーションが入るようにするとトレーニングのためのという要素が増すと思った」などの回答があり、操作面でのユーザインタフェースの改良や、速度変更などの編集機能の追加が必要であることがわかった。

5. 発見的学習の効果

今回の実験のおもな目的は、どのような発見的学習が期待できるのか、すなわち学習者がどのような発見を経て、どのようなメタレベルの能力を獲得したかを評価することにある。そこで、被験者の自由記述形式の回答に基づいて、現代舞踊振付の発見的学習を支援するシステムとして、BMSS にどのような学習効果があるのかを詳しく分析した。自由記述で回答してもらったのは、4.3 で述べたユーザインタフェースについての設問以外に、創作の支援、ダンスのトレーニング、動きの学習・理解という 3 つの観点からのそれぞれの評価の理由と、「実験を通して、コンテンポラリーダンスの振付について、何か気付いたこと、学んだことがありましたか」という設問に対してである。

これらについて、8 名の自由記述の全文をテキスト分析した結果、被験者の「発見」が、(1) 振付の方法、(2) 舞踊の動作、(3) 身体の意識という 3 領域に広がっていることが分かった。

5.1 方法の発見

第 1 に、BMSS を用いた振付体験は、新しい振付方法の獲得をもたらしている。振付方法の発見については、8 名中 5 名が自由回答で言及している。



図 4：実験の様子

例えば、ダンス歴 23 年の学生は、「このような創作方法で、振付を考えることもなかったが、動きを生み出す良いヒントになった」[原文のまま。以下同様]と回答している。この回答から分かるのは、BMSS を用いた振付創作が、学生にとって新奇な振付方法の学習機会となったということである。学生は、分析合成型振付という手法を、振付トレーニング実験を通してメタレベルの技法として習得したのである。

ほかに「振りつけは体の部分の組み合わせというのが確認できた」、「コンテンポラリーの動きは、身体の動きの様々な組み合わせで出来ているんだなあと思った」[10]、「動きを分解して考える事が出来る。動きが、単純なものが、組み合わせさって、出来ていると考えることが出来た」、「イメージありきで振付するのではなく、動きから振付が出来上がる中でニュアンスが出来上がる過程が何通りも広がっていて魅力的だった」などの回答があった。実験では、分析合成型振付の考え方や理論については何も説明しなかったにもかかわらず、これらの回答から、学生は分析合成型振付のコンセプトを正確に理解したことが分かる。

日本の現代舞踊教育の現状では、自分で振付創作をする機会が必ずしも多くない。また振付創作を行う機会があったとしても、未だに何ら

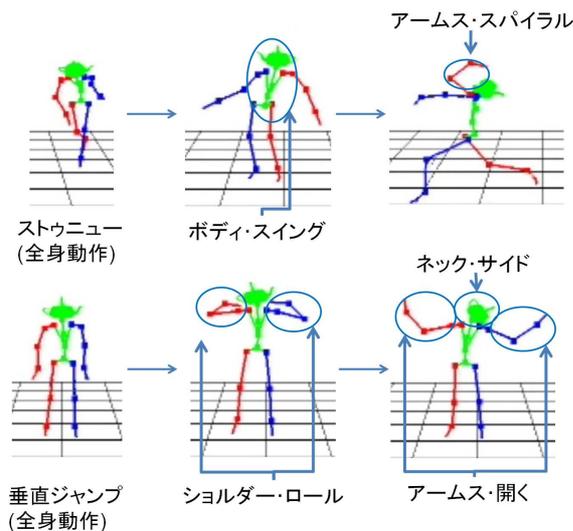


図 5：被験者が作成した振付例

かのメッセージやイメージ（物語・事件，事物・事象，感情・情緒など）の表現を目的とする「具象主義的振付」の手法で指導を受けることが圧倒的に多い。

分析合成型振付は，具象主義的振付のようなメッセージ・イメージ先行型の振付から距離を置き，身体と動きを起点にして創作する「抽象主義的振付」の一種である．いまや欧米の現代舞踊界では，抽象主義的振付が具象主義的振付に劣らず重要視されている．被験者の自由回答の分析から，このような抽象主義的振付を発見的に学習するツールとして，BMSS が有用であることが分かった．

5.2 動作の発見

第 2 に，BMSS を用いた振付体験は，新奇な動作の発見をもたらしている．興味深いことに，この動作の発見については 8 名全員が自由回答で言及している．

ダンス歴 23 年の学生は，「ふだん創作する際には，自分のやりやすい動きやいつも同じような動きになりがちだが，パソコン上で動きを組み合わせるせいか，自分では考えられない難しい動きや面白い動きが生まれた」と回答している．ダンス歴 20 年の学生は，「自分の体ひとつから動きを生み出していくときはどうしても決まったパーツの動きの組み合わせとなってしまうので，これなら新鮮な動きが生まれる」と回答している．この 2 名は，ダンス歴がもっとも長い 2 名である．ダンス歴の長さゆえに振付創作に馴れており，かえって振付の発想が固定化しがちだったのかもしれない．

しかし，ほかの 5 名も，「自分のできない動きは発想しにくいので，このようなものから発想が生まれやすくなる」，「私が，普段しない動きを生み出してくれる」，「新しい方向やニ

ュアンス，動作に出会えた」，「いつも浮かばないような動きを創ることができ，面白かった」，「固定された動きのアイデアに，新しい動きのヒントとなってくれると思いました」と回答している．いずれも，自分の発想になかった新しい動きを BMSS で見つけたこと，自分の振付語彙が BMSS によって拡張されたことを言明している．動作の発見は，ダンス歴の長さと同関係なくもたらされたのである．

残り 1 名の被験者も，「単純な動きを組み合わせ，方向や角度を変えるだけで，とても面白い動きになります」と回答している．この回答は明示的ではないが，BMSS によって「面白い動き」を発見したことを示唆していると言えよう．

ここで留意したいのは，今回の実験で用いたモーションアーカイブには，全身動作 15 種，身体部位動作 25 種のみが収録されていた点，すなわち振付可能域に非常に強い制約を設けた点である．しかも，現代舞踊の学習において基本的，初歩的な動作しか収録していない[6]．このようにきわめて限定した数の動作からでも，上記のように新奇な動作の発見が全員にもたらされたという結果は，BMSS の有用性・有望性を裏付けるものである．

先行する WDC による実験でも，新奇な動作の創出に有用との評価を得ていた[5]．しかし BMSS では，身体部位動作を自由に合成できるようになったため，要素動作数が少なくても，WDC よりもいっそう多くの新奇な動作が創作できるようになったのである．

5.3 身体の発見

第 3 に，BMSS を用いた振付体験は，ダンサーが自己の身体を新たなかたちで意識する体験をもたらしている．この身体の発見については，8 名中 4 名が自由回答で言及している．

まずダンス歴「23 年」の学生は「体の細かい部分への意識がいきやすいように思う」と回答している．また「画面上で面白そうな動きを作ると，やはり自分が無視しやすい体の部位もよく分かる。」，「自分の悪い癖を発見することが出来そうです」という回答もあった．この 3 名は，BMSS を用いた実験が，自分の身体とその限界を新たに知る契機となったことを表明している．

別の 1 名は，「実験を通して，コンテンポラリーダンスの振付について，何か気付いたこと，学んだことがありましたか」という設問に対し，「手・足・体の部位を細かく細分化して動かすこと．視線が上下左右，どんどん変化すること」（を学んだ）と回答している．明示的ではないが，これも身体の発見がもたらされたことを示唆していると言えよう．

一般に舞踊教育の現場では，踊る身体を隅々までどうやって意識させるかが大きな課題とな

っている。なぜなら、身体を限なく意識することなしに、それを制御して振付のコンセプト通りに踊ることはできないからである。この点では、具象主義的振付も抽象主義的振付も変わりはない。

ダンスを専攻している学生は、一般学生よりはるかに強い身体意識を持っている。それにもかかわらず、自由回答の分析からは、BMSS の利用が被験者に自己の身体に対する新しい気づきをもたらしたことが分かった。このような気づきは、学生の身体制御の技術、すなわち舞踊技術を向上させる契機となるはずである。

6. まとめ

ダンスのモーションデータアーカイブを利用して、現代舞踊の振付を対話的に創作可能な振付シミュレーションシステム BMSS を開発した。BMSS で、どのような発見的学習が期待できるかを評価するために、現代舞踊を対象とした振付創作トレーニング実験を行った。実験の結果、BMSS は、直観と検証を伴う発見的学習を支援するシステムとして、有用性・有望性が期待できることが明らかとなった。

発見的学習の提唱者である Bruner は、発見的学習にとって「直観」(intuition)と「検証」(verification)が重要であると強調した[8]。発見的学習における直観とは、事物・事象の構造や連関を瞬間的に見抜く行為であり、直感的思考と分析的思考は対立する概念である。一方、発見的学習における検証とは、直観的思考によって獲得した構造や連関を経験によって裏付ける行為である。

BMSS は、まさに直観と検証を伴う発見的学習を支援するシステムとして、有用性・有望性が期待できる。なぜなら、被験者の自由回答のテキスト分析から、BMSS を使って振付創作することで、動作の発見、身体の発見という「直観」を獲得することができ、その振付を自分の身体で実演することによって、それらの発見が「検証」され、また新たな発見へと導くことが明らかになったからである。しかも、分析合成型振付は、BMSS による「直観」と「検証」のサイクルを基礎付けるメタレベルの技法として、学習者に発見されている。

しかし、BMSS は改良の余地も大きい。振付創作トレーニング実験では、被験者から BMSS の改良点についても意見を集めることができた。

今後は被験者の指摘を活かして、WDC と BMSS の個別の改良と、両システムの機能統合を進め、舞踊教育における発見的学習支援にいつそう有用なシステムの構築を目指す。

謝辞

評価実験に協力いただいた筑波大学の方々に謝意を表す。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。モーションデータ収録に協力いただいた小島一成氏にも謝意を表す。なお、本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)の助成によるものである。

注・参考文献

- [1] 曾我麻佐子, 海野敏, 安田孝美: Web ベースの対話型バレエ振付シミュレーション・システムの試作と評価, 芸術科学会論文誌, vol.1, no.1, pp.30-38, 2002.
- [2] Asako Soga, Bin Umino, et al.: Automatic Composition and Simulation System for Ballet Sequences, The Visual Computer, Vol.23, No.5, pp.309-316, 2007.
- [3] Bin Umino, Jeffrey S. Longstaff, Asako Soga: Feasibility Study for Ballet E-learning: Automatic Composition System for Ballet Enchainement with Online 3D Motion Data Archive, Research in Dance Education, Vol.10, No.1, pp.17-32, 2008.
- [4] 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子: モーションデータを用いたバレエと現代舞踊の融合振付の試み, 情報処理研究報告, vol.2007, no.78, pp.1-7, 2007.
- [5] 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子: 3DCG を用いた現代舞踊の創作トレーニング実験: モーションデータアーカイブのダンス創作への応用, 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, pp.217-222, 2008.
- [6] 河野良之, 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子: モーションデータを用いた動作合成による振付創作実験, 第16回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.376-379, 2011.
- [7] 今井康雄: メディアの教育学. 東大出版会, 2004. pp.71-94.
- [8] Jerome Bruner: The Process of Education. Harvard University Press, 1960. [教育の過程. 岩波書店, 1986.]
- [9] 河野良之, 曾我麻佐子, 藤田和弘: タッチパネルデバイスを用いた振付合成・編集システムの試作, 第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.124-127, 2010.
- [10] 本稿では「現代舞踊」という語を用いたが、舞踊学、舞踊界においては昨今「コンテンポラリーダンス」という語が一般的に使用されているため、本実験でも後者の語を用いた。