

# 上演芸術における新奇な身体表現の創作過程： 内的制約の変更に着目した検討

The Creation Process of the Novel Expressions of the Expert Performers

清水 大地<sup>1</sup> 平島 雅也<sup>2</sup> 岡田 猛<sup>1</sup>

Daichi Shimizu<sup>1</sup>, Masaya Hirashima<sup>2</sup>, and Takeshi Okada<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院 教育学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Education, The University of Tokyo

<sup>2</sup> 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター

<sup>2</sup> Center for Information and Neural Networks, National Institute of Information and Communications Technology

**Abstract:** In the domains of performing arts, such as dance and theater, how do people generate their novel works? This study conducted a case study over several days to capture the creative processes of expert breakdancers to investigate the long-term creative process in performing arts domains. We analyzed these processes using a visualization method of the body parts on which the dancer focused and the movement data measured using a motion capture system. The results suggest that the body parts under focus and the dancers' ideas changed drastically during the creation process. The understandings and interpretations of some specific domain knowledge and skills that also changed during the processes served as the internal constraints on the dancers' generation of novel ideas. In addition, the embodiment of the ideas (externalizing the ideas as movements) facilitated changes to the dancers' understandings and interpretations.

## 1. Introduction

人はどのように新奇なアイデアや表現を生み出していくのであろうか。この問いについては、古来より検討が行われ、例えば「空からアイデアの種が突然舞い降りてきた」といった活動者の主観的な体験に基づいた、神話的な観点からの説明が数多くなされてきた。一方で、近現代の心理学や認知科学においては、上記の神話性は強く否定されている[1]。新奇なアイデア・表現の生成過程は、心的操作や概念の結合、analogy等を伴った創造的な問題解決過程として捉えられており、芸術表現や科学的発見を対象とした様々な実証的検討が行われつつある[2][3]。

本研究では、実際に長期に渡る創造活動過程が全体としてどのように営まれて新奇なアイデアや表現が生成されていくのか、特に『内的な制約の変更』と『アイデアの具現化とその知覚・省察』という2点に着目した検討を行った。その際、具体的な上演芸術領域（ブレイクダンス）の熟達者によって実際に営まれた創作過程を対象とすることで、その過程を実証的に検討することを目指した。

### 1.1. 内的な制約の変更

創造活動過程を説明した理論からは、その過程において創作者の有する認知的な枠組みである制約に変更が生じる重要性が示唆されている[4]。例として、創造活動を実験的な枠組みから扱おうとした洞察問題課題に関する研究が挙げられるだろう[5][6]。ここでは、活動者が各自の有する認知的な枠組みを用いてより解決に至りやすいと考えられる問題空間をあらかじめ設定すること、特に初期はその空間内に限定して解決方略を探索する傾向があること、そして失敗を繰り返す中でその制約が緩和して異なった問題空間の探索が営まれることで解決策が発見されていくこと、が示唆されてきた。

同様に、モネやマチス、ドビュッシーといった画家や音楽家による現実の創作を逸話的に検討したStokesのpaired constraintsの理論においても、『内的な制約』を変更する重要性が示唆されている[7][8]。ここでは、例えば領域に集積された知識・技術やそれらの理解・解釈、他領域の知識・技術などが創作時の前提となる制約として機能しうること、そしてそれらの制約の値を変更・統合し、新しいgoalを生

成することで創造活動が促進されることが示された。例えばマチスであれば、色の使い方に関して色を強調した表現から色をブロックごとに使い分ける表現へと移行し、最後に色を除外する表現に至った過程が見られており、その過程について色の表現方法に関する制約の値を変更するというメカニズムによって説明可能であることが主張されている。

以上のように、『内的な制約とその変更』が、創造活動に対して制限・促進といった強い影響を与えると考えられる一方で、その値の変更と再設定が何をきっかけとして生じ、具体的にどのように営まれていくのか、それらの過程については十分な説明がなされていないのが現状である。本研究では、以上の『内的な制約の変更』が生じるきっかけとして、『アイデアの具現化とその知覚・省察』を取り上げた。

## 1.2. アイデアの具現化とその知覚・省察

ここで取り上げたアイデアの具現化とは、生成したアイデアを実際に知覚可能な形で行為や痕跡として外に表出することを示しており、その表したものを多様なモダリティを通して知覚し、深く省察することが『内的な制約』の焦点化・変更を促し、創造的な発見に大きく寄与することを本研究では仮定した。実際にイメージやアイデアを形にして表出することが、生成するアイデアの内容等に大きな影響を及ぼすことは、これまで芸術創作などの研究において主張されてきた。

例えば、デザイナーの作品創作過程を問題解決の観点から詳細に検討した Goldschmidt (1991) と Goldschmidt (1994) では、**study sketch** というメディアの存在を取り上げ、視覚的な対象としてアイデアを具現化することがアイデア生成・探索を促進することを主張した。そこでは、アイデアを視覚的な対象として表すことで、アイデア生成段階で抱いていた明示情報(例えば描く対象やその形など)に加え、イメージの中では顕在化しきれなかった多様な情報(例えばもの同士の配置や関係性、余白など)にアクセスすることが可能となること、そして結果として、アイデアや関連する知識についてより多様な観点から活発に探索することが可能となることが示されている。実際、Wittgenstein (1953) は、単なる **seeing** と **imagining** との差異を指摘し、デザイナーがスケッチを見る際に生じていることが **imagining** であり、単なる視覚情報の知覚 (**seeing**) と異なった、抱いているイメージを多様な観点から拡張・精緻化させる過程であることを主張した (図 1)。そして、Goldschmidt (1991) や Goldschmidt (1994) では、この主張を踏まえ、スケッチというアイデアの具現化行為を **Interactive imagery** と表現し、アイデア生

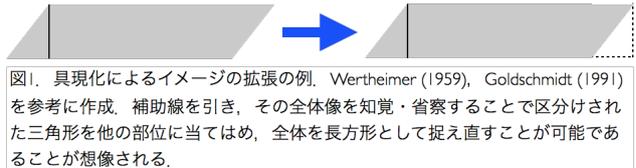


図1. 具現化によるイメージの拡張の例。Wertheimer (1959), Goldschmidt (1991) を参考に作成。補助線を引き、その全体像を知覚・省察することで区分けされた三角形を他の部位に当てはめ、全体を長方形として捉え直すことが可能であることが想像される。

成への強い影響を主張して実証的な検討を行っている。このように、アイデアの具現化によって、アイデアやそこに含まれる知識・技術等について、既に有する観点とは異なった点から捉え、拡張・再解釈することが可能となると想定される。ここで結果として生じている現象は、上記した『内的な制約の変更』と非常に近いものだと考えられるだろう。実際に、アイデアの具現化によって予想外の発見が生じ、アイデア生成が促進されるという主張は、他にも建築家を対象にした Suwa & Tversky (1997) や多数の美術学生を対象にした Getzels & Csikszentmihalyi (1976) においても確認されており、信頼性の高い現象であると考えられる。

## 1.3. 目的

以上の議論を踏まえ、本研究では創造活動がどのように営まれていくのか、その過程に関して、その全体像に加え、『内的な制約の変更』と『アイデアの具現化とその知覚・省察』という2点に着目した検討を行うことを目的とした。また、実際に営まれた創作活動を対象としたケーススタディを行うことで、創造活動過程の実証的な検討を行うことを目指した。

## 2. ケーススタディ

### 2.1. 協力者

ブレイクダンスの熟達者1名(男性, 26歳, 経験年数10年)が参加した。この1名は日本国内で開催された大会で準優勝等の成績を収めており、本研究の対象として適切であると考えられる。

### 2.2. 手続き

上記のダンサーが7日間のケーススタディに参加した。ケーススタディでは、ダンサーは領域に既に存在する「エルボーエアートラックス(図2)」という技術を発展させ、領域に存在しない新奇な技術を創造する活動に取り組んだ。そして、アイデアの言語報告や身体運動データなどを用いて詳細に検討することで、創造的な発見に至る過程を客観的に解明することを目指した。

ケーススタディの手続きを図3に示す。特にダンサーは、2日目から6日目における取り組み(1日20 trial の計100 trial)を通して新奇な技術を創造し

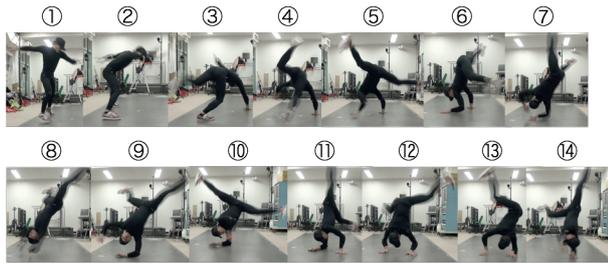


図2. エルボーエアートラックスを実施した様子。⑭の後は、⑦の動きに戻り再度回転する動きを行っていく。

た。また、**trial** ごとに、1) 実施するアイデアの考案とその内容の口頭報告、2) アイデアの新奇性の報告（0-100のVASによる報告）、3) 実際の運動としてのアイデアの実施・具現化、4) アイデアの達成程度の報告（0-100のVASによる報告）、5) 実施・具現化時に生じた気づきの報告（気づきの程度を0-100のVASによる報告、気づきの具体的な内容を口頭による報告）を行っている。分析では、上記5つの活動で得られたデータを利用することで、創作過程に関する検討を行った。

なお、上記の手続きは全てモーションキャプチャー用のスーツとマーカーを装着した状態で東京大学教育学部の身体運動実験室にて行われた。またこのケーススタディは、本学の倫理審査委員会の許可、被験者による同意を得た上で行われた

### 2.3. 機器

OQUS300（赤外線式モーションキャプチャーシステム、QUALISYS社）を利用し、ダンサーの運動データを取得した。実験室に7台のカメラを設置し、測定頻度は200 Hzとしてデータを取得した（図4）。マーカーについては、事前に行ったパイロットスタディの結果を考慮し、技術に関する運動情報を捉える上で重要であり、かつ技術を行う際に妨げにならないと考えられた14点に装着した（図5）。

### 2.4. 分析

本研究では、以下6つのデータを利用して創造活動過程に関する検討を行った。

#### 1) アイデアに関する本人の新奇性評価

1つ目として、生成されたアイデアに対する本人の新奇性評価が挙げられる。評価値の時系列変化の検討により、創造活動の全体としての進展の様子や、創造的なアイデアが生成されたと本人が感じたタイミングについて、同定することが可能である。

#### 2) アイデアの内容に関する発話データ

2つ目として、生成されたアイデアの内容が挙げられる。ダンサーのアイデアに関する発話データ（1 trialごと）を利用し、以下3つの観点に関して言及した頻度を日ごとに算出した。1) 身体の各部位（頭

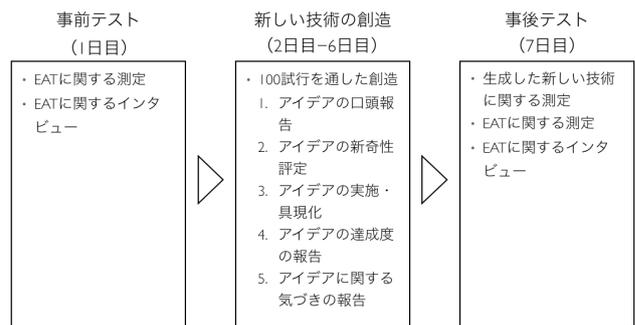


図3. ケーススタディの手続き

部、右腕、左腕、右脚、左脚など）。2) 元の技術に関する抽象的・高次的な概念（回転の方向、回転の速度など）。3) 領域における他の技術の名称（ベビーウインドミル、ナインティなど）<sup>1</sup>。この分析により各日でどういったアイデアを中心的に検討していたのか、その変遷を検討することが可能となる。

#### 3) 具現化されたアイデアに関する運動データ①（映像）

3つ目として、実際に実施されたアイデアの内容を検討した。ダンサーは、1, 2の測定後にアイデアを身体運動として実際に行っており、その運動について記録映像に基づいた検討を行った。映像について、ブレイクダンスに10年以上に渡って携わっている第一著者と他の熟達者（経験年数12年、国内大会での優勝・入賞経験有り）が別々に確認した。そして行われた技術について、A：回転を行う前の動き、B：回転中の動き、C：回転後の動き、という3つの部分に分解し、各部分でどういった運動を行っているのか、ブレイクダンス領域の用語を用いて同定した。そして同定された内容について、全 trialの内容を確認した上でボトムアップにカテゴリーを生成し、その時系列における変化を検討した。

#### 4) 具現化されたアイデアに関する運動データ②（motion capture データ）

4つ目として、具現化されたアイデアの内容についてモーションキャプチャーのデータによる検討を行った。まず、マーカーを付与した全14箇所の位置データを利用して身体各部位の関節角度や角速度を算出した。そして以上のデータについて主成分分析を行い、運動に関する説明率の高い二次元（PC1, PC2）を算出した。PC1とPC2のデータは、実施された運動の特徴について縮約した次元を用いて説

<sup>1</sup> 以上3つの観点は、発話データの中で数多く見られており、新奇な技術に関するアイデアを生成する上で重要だったと考えられたため、分析の指針として使用した。

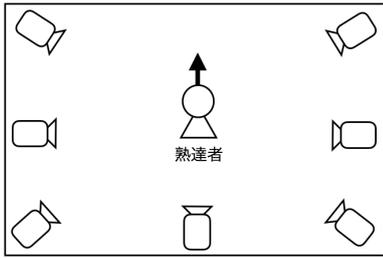


図4. ケーススタディの実施図

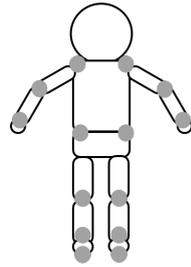


図5. マーカーの接着位置

明したものであり、その数値を利用して各 trial、各日の運動の特徴とその変遷を検討した。

#### 5) アイデア具現化後の気づきに関する発話データ

5 つ目として、アイデアを実施した結果として生じた気づきの内容について、発話データを利用した検討を行った。ここでは、気づきに関する発話データについて、2 の分析と同様の 3 観点 (1: 身体各部位, 2: 元の技術に関する抽象的・高次的な概念, 3: 他の技術の名称) に関する発話頻度を集計することで各 trial、各日で主にどのような側面に新しい気づきが生じていたのかを同定した。

#### 6) 本人の新奇性評定と運動データ①との対応

6 つ目として、アイデアに対する本人の新奇性評定の得点と具現化されたアイデアの運動データ①とを trial ごとに対応させ、その関連性を検討した。ここでは、各運動とそれに対するダンサー本人の新奇性評定との対応を確認しており、各運動カテゴリーに対する評定が創造活動を繰り返す中で変化したのか検討を行った。これはダンサーの有する制約の変化を確認するために行った分析である。

## 3. 結果と考察

### 3.1. 生成された技術の概要

実際にダンサーによって生成された技術を図 6 に示す。この技術は元の技術について、その重要要素である回転するという動きを右足の着地によって中絶し、その勢いを逆側の回転として利用していく、という発想に基づいて生み出されたものである。インタビューにおいてダンサー自身も、回転という元の技術の根幹部分を敢えて途中で止めて反対方向に回転の流れを変化・利用していく点、元の技術を行う際の身体の使い方や、回転運動を繰り返し行うという元の技術の重要な特徴を高度に利用しつつ、それと異なる動きに見える点がこの技術の魅力的な点だと主張していた。

### 3.2. 創造が営まれた過程

#### 3.2.1. 全体の概要

上記した新しい技術の生成過程について、データ



図6. 生成された技術を実施した様子。②の後は、⑦の動きに戻り再度回転する動きを行っていく。

1-5 の結果を参照しながらその概要を検討した。まず、データ 1 (本人による新奇性評定) の結果を図 7 に示す。図より、創作の前半 (trial 1-50) では、新奇性に関して多様な値を示す場合が多く、様々な内容のアイデアを活発に探索していたことが推測される。一方で後半 (trial 51-100) では、ほぼ全ての場において新奇性が一貫して高い値を示していた。以上から、50 trial 前後で有望なアイデアが発見され、その後そのアイデアに集中した取り組みが営まれたことが推測される。実際、最終日のインタビューにおいても、50 trial 前後で有望なアイデアが突然生成され、以降はそのアイデアの洗練に注力した、という回答をダンサーは行っていた。

次に、データ 2 (アイデアの内容) の結果を図 8 に示す。図から 4 日目 (41-60 trial) 以降において、例えば右足や右腕、左足といった一定の身体部位が頻繁に言及されるようになったこと、右足と右腕・右足と左足といった特定の身体部位の組み合わせが頻繁に言及されるようになったことが窺われた。これは、データ 1 と同様に、50 trial 前後で有望なアイデアの発見が生じたことを示す結果だと考えられる。また、実際に生成された技術の重要な特徴として、元の技術の回転を右足によって止める、という点が指摘されていたこととも合致する結果だと言えよう。

また前半に着目すると、2 日目では様々な身体部位 (右手, 左手, 左腕, 右足, 左足, 頭) に着目していた一方で、3 日目では各身体部位へ着目することがほとんど無くなり、元の技術の抽象的・高次的な内容に着目するようになったことが窺われた。これは、50 trial 前後までは多様な観点から活発にアイデアの生成を行っていたこと、また身体各部位に関する試行錯誤を繰り返す中で元の技術の抽象的・高次的であり本質的な要素 (回転の速度や回転の方向、回転の軸) に気づき、その要素を強く考慮するよう

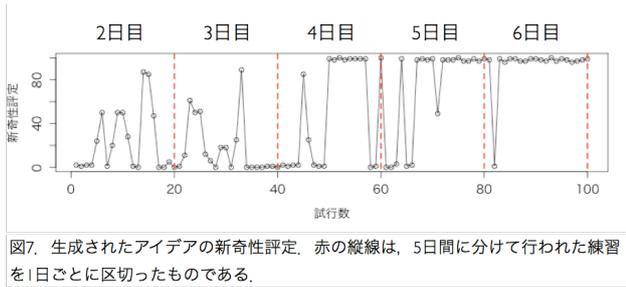


図7. 生成されたアイデアの新奇性評定. 赤の縦線は、5日間に分けて行われた練習を1日ごとに区切ったものである。

になったことを示す結果だと推測される。実際に生成された技術も、元の技術の回転という要素に着目したものであった。3日目に生じた元の技術の抽象的・高次的な内容に焦点を当て、それを大きく変化させることで新しい技術を生じたと推測される。

次に、データ 4 (具現化されたアイデアに関する運動データ②) について motion capture system によって測定した結果を図 9 に示す<sup>2</sup>。図から PC 1, PC 2 共に trial を繰り返す内に徐々にその得点が一定の値に収束しており、特に 4 日目以降は身体運動に関する探索の範囲を狭めていったことが推測される。これはデータ 1, 2 で示した、50 trial 前後で有望なアイデアが発見され、以降探索されるアイデアの内容が焦点化されたとする結果とも整合する。

さらに、データ 5 (アイデア具現化後の気づきに関する発話データ) の結果を図 10 に示す。図から 4 日目以降に右足に関する気づきが徐々に増加していったことが分かる。これはデータ 1-4 の結果と同様に、元の技術の回転を右足で止め逆方向の回転に利用していく、という創造的なアイデアが 50 trial 前後で発見され、以降はそこに着目した探索と気づきが生じていたことを支持する結果だと考えられる。また、3 日目以降に元の技術の抽象的・高次的な内容に関する気づきが多く生じてきており、このことも 3 日目に元の技術の抽象的・高次的な内容に着目するようになっていったこと、そしてその内容を利用して創造的なアイデアが発見されていったことを示唆する結果だと考えられる。

### 3. 2. 2. 内的な制約の変更

上記の結果から、ダンサーの元の技術やアイデアに対する捉え方が 50 trial 以前の試行錯誤を経て変化したこと、その変化した捉え方を高度に利用する形で新しい技術のアイデアが生成されたこと、そして 50 trial 以降はそのアイデアに焦点を当てた探索が営まれたことが推測された。ここではデータ 6 (本

<sup>2</sup> 紙面の都合上省略したが、データ 3 (具現化されたアイデアに関する運動データ①: 映像データ) の結果からも、ダンサーが実際に生成された技術の特徴を含む運動(右足を着いて元の技術の回転を途中で止める)について、50 trial 目以降に集中して取り組んでいる様子が見られた。

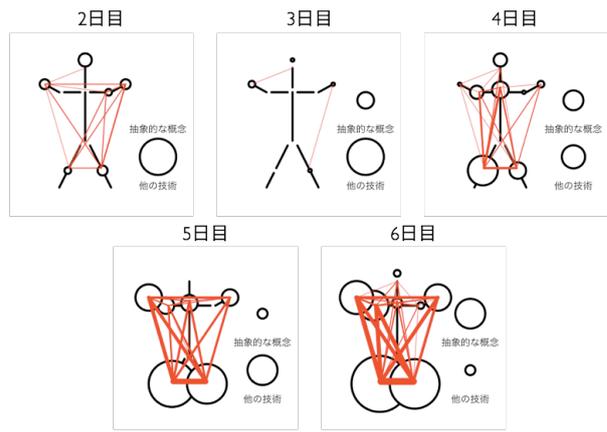


図8. 生成されたアイデアの内容. 円のサイズは各観点に言及した頻度を、円間の線分の太さは共起の頻度(同一試行内で両観点に言及した頻度)を示す。

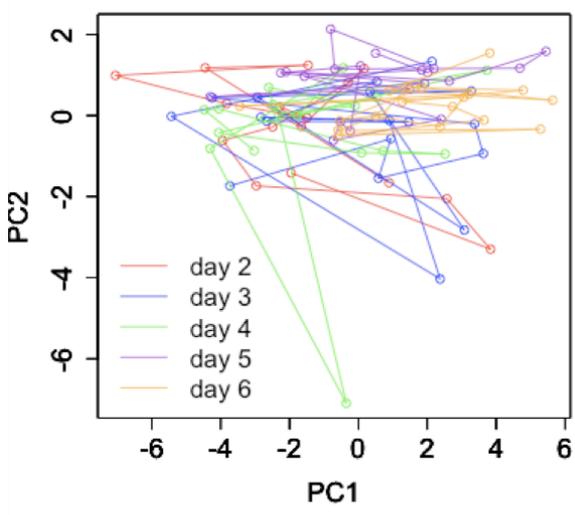


図9. PC 1とPC 2の2次元プロット

人の新奇性評定と運動データ①との対応) を利用し、実際にダンサーのアイデアに対する捉え方が、実際に創造活動を営む中で変化したかを検討した。結果を図 11, 12 に示す。図 11 では、各運動カテゴリーに対する本人の新奇性評定の平均と SD を提示している。図から最終的に生成された技術の重要な要素を含んだカテゴリー (16-19) では、新奇性評定にバラつきが見られないこと、一方でそれ以前のカテゴリーでは、実施する trial ごとに新奇性評定の値が大きくバラついていたことが分かる。各カテゴリーの新奇性評定の詳細を示したものが図 12 であるが、ここからも、初期に生成されたカテゴリー (1, 5, 9) は 50 trial 前後までの探索を経て新奇性評価が著しく変化したこと、一方、後半で生成されたカテゴリー (19) はほとんど新奇性評価が変化していないことが分かる。以上の結果は、特に創造的な発見が

生じる 50 trial までの様々な探索を通じて、生成した  
2日目 3日目 4日目

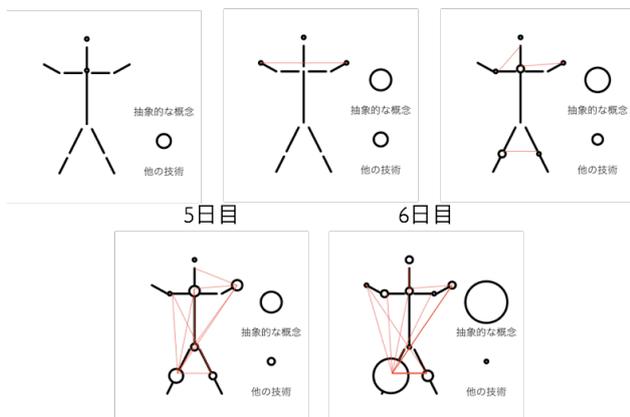


図10. 生じた気づきの内容. 円のサイズは各観点に言及した頻度を, 円間の線分の太さは共起の頻度 (同一試行内で両観点に言及した頻度) を示す.

アイデアに対するダンサー自身の捉え方や評価の仕方が大きく変化したことを示している. データ 2, 5 の結果も併せて考えると, アイデアや元の技術について, 身体各部位の動かし方といった部分的に捉えようとする観点から, 次第に, 全身を使った回転の方向や速度に着目して捉えようとする, より抽象的・高次的な観点に, その理解・解釈が変遷していったと推測される.

#### 4. 総合考察

本研究では, 人が新しいアイデアや表現を生み出していく創造活動過程に関する探索的な検討を試みた. その際, 活動過程の概要に加えて『内的な制約の変更』といった点に着目した検討を行った. 実際に営まれたブレイクダンスの創作過程を対象とし, 検討を行った結果として下記の 3 点が示されている.

- ① ダンサーは, 50 trial 前後まで多様なアイデアを活発に探索していた. 例えば2日目(1-20 trial 目)では, 身体の各部位に着目したアイデアを, 3日目(21-40 trial 目)では, 元の技術の抽象的・高次的な内容に着目したアイデアを探索していた.
- ② ダンサーは, 50 trial 前後で創造的なアイデアを生成し, その後はそのアイデアに焦点を当てて洗練させる活動に移行した. そのアイデアは元の技術の抽象的・高次的な内容を利用・変化させるものであった.
- ③ ダンサーの『内的な制約』として機能していた, アイデアや元の技術に対する捉え方が, 50 trial 以前の試行錯誤を経て変化したこと, その変化を利用して創造的な発見が達成されたことが推測された.
- ④ ダンサーは, 生成したアイデアを実際に具現化

し, それを知覚・省察することを通して, 内的

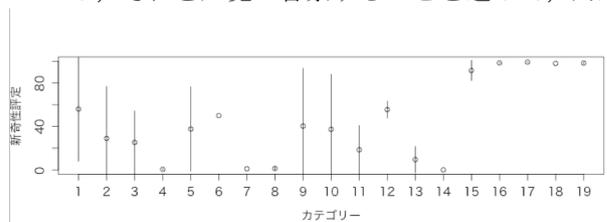


図11. 各運動カテゴリーの新奇性評定

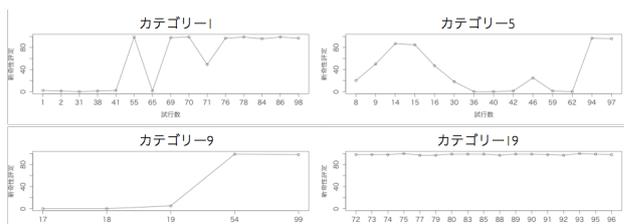


図12. 特定の運動カテゴリーにおける新奇性評定

な制約 (アイデアや元の技術に対する捉え方) を徐々に変更していった (データ 2, 5 を利用した検証の結果として示唆. 紙面の制限上, 本研究では記述を省略している).

これらは, 先行研究で逸話的に示唆された『内的制約の変更』と『アイデアの具現化とのその知覚・省察』が, 実際に創造活動過程で有効に機能することを確認した知見である. また, 異なった捉え方への着目を促すという形で, 『アイデアの具現化とその知覚・省察』が『内的制約の変更』を促進する, という両過程の関係性についても新しく言及した知見であるとも考えられる. 今後は上記の両過程やその関係性に変更を加えることで創造活動がどのように促進・制限されるのか, 更なる検討を行っていく予定である. また, 対象とする人数や領域, 協力者の属性を増やし, 実際に営まれる多様な創造活動を同様の現象によって説明可能であるか, 十分な検討を行うことも必要とされるだろう. さらに, 共に活動を行う他者[14]や周囲の環境が創造活動に大きな影響をもたらすことも示唆されており, それらの影響について加味した検討を行うことも必要と考えている.

#### 謝辞

本研究の一部は, 科学研究費補助金基盤研究 A (課題番号: 24243062, 代表: 岡田猛), 科学研究費補助金若手研究 B (課題番号: 16K17306, 代表: 清水大地) の助成を受けて行われた.

#### 参考文献

- [1] Weisberg, R. W. Creativity: Understanding Innovation in Problem Solving, Science, Invention, and the Arts,

Hoboken, NJ: Wiley, (2006)

- [ 2 ] Dunbar, K. Concept discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 17, 397-434, (1993)
- [ 3 ] Okada, T., Yokochi, S., Ishibashi, K., & Ueda, K. Analogical modification in the creation of contemporary art. *Cognitive Systems Research*, 10, 189-203, (2009)
- [ 4 ] Guilford, J. P. Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454, (1950)
- [ 5 ] Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 25, 1534-1556, (1999)
- [ 6 ] Ohlsson, S. Information-processing explanations of insight and related phenomena. In K. J. Gilhooley (Ed.), *Advances in the psychology of thinking* (pp. 1-44). London: Harvester-Wheatsheaf, (1992)
- [ 7 ] Stokes, P. D. Variability, constraints, and creativity: Shedding light on Claude Monet. *American Psychologist*, 56, 355-359, (2001)
- [ 8 ] Stokes, P. D. *Creativity from constraints: The psychology of breakthrough*, New York: Springer, (2005)
- [ 9 ] Goldschmidt, G. The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal*, 4 (2), 123-143, (1991)
- [ 1 0 ] Goldschmidt, G. On visual design thinking: the cis kids of architecture. *Design Studies*, 15 (2), 158-174, (1994)
- [ 1 1 ] Wittgenstein, L. *Philosophical investigations*. New York: Macmillan. (1953)
- [ 1 2 ] Suwa, M. & Tversky, B. What do architects and students perceive in their design sketches?: a protocol analysis. *Design Studies*, 18 (4), 385-403, (1997)
- [ 1 3 ] Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York, NY: Wiley, (1976)
- [ 1 4 ] Okada, T., & Ishibashi, K. (2016). Imitation, Inspiration, and Creation: Cognitive Process of Creative Drawing by Copying Others' Artworks. *Cognitive Science*, 41 (8), 1-34, (2016)