

石川県における伝統工芸技術の保存・継承のための実証研究
——陶芸技術における言語化困難な所作の解析——

平成 27 年度～平成 29 年度 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業

(地域に根差した研究)

研究成果報告書

平成 30 年 3 月

学校法人名 学校法人 金沢学院大学

大 学 名 金沢学院大学

研究組織名 文学部・芸術学部・人間健康学部

研究代表者 前川 浩子

(金沢学院大学・文学部・准教授)

目次

| | |
|--|----------|
| はしがき | i |
| 戦略的基盤形成支援事業 研究代表者 前川浩子 | |
| 第1章 研究成果報告書概要 | 1 |
| 第2章 研究の概要 | |
| 本研究の目的 | 19 |
| 研究1：陶芸における「菊練り」動作の解析 藤原勝夫・外山 寛・佐藤文亮・清田直恵・中村 天・兵頭 彩 | 21 |
| 研究2：「菊練り」後の成果物の評価の検討 中村晋也 | 32 |
| 研究3：「菊練り」の学習プログラムの開発に向けての検討 中崎崇志・羽場文彦・前川浩子・大滝宏一・坂東貴夫・市島桜魚 | 36 |
| まとめと今後の展望 | 41 |
| 第3章 研究業績 | 42 |

はしがき

プロジェクト研究代表者
金沢学院大学文学部 前川 浩子

本研究プロジェクトは、伝統工芸技術を保存し継承するという一つの目標に向かって、4学部6学科と多様な学問分野を有する本学の強みを生かして、学際的研究を行うことを目指しスタートしたものである。

本学が所在する石川県には、九谷焼、輪島塗、加賀友禅など、長い歴史の育まれた伝統工芸が多数存在している。これらの伝統工芸は、わが国における「石川県のイメージ」の形成に重要な役割を果たしていると同時に、海外でも注目を集めている。しかしながら、伝統工芸品による伝統産業の生産額は年々減少傾向にあり（日本銀行金沢支店，2012）、後継者不足による伝統工芸の衰退も危惧されている。この後継者不足に対して、石川県では伝統的工芸品専門技術者に自己研鑽、研修等に必要な経費に充当するための奨励金を交付するなど、技術の維持と保存を図る取り組みを行っている。また、伝統工芸の継承、発展並びに伝統産業の振興を目的として設置された金沢卯辰山工芸工房では、陶芸・漆芸・染色などの技術者の育成が行われている。さらに、石川県には伝統工芸の分野を高等教育に位置づけた特色のある大学も存在し、本学芸術学部芸術学科においても、伝統工芸の教育・研究活動が行われ、その継承に寄与する役割を担っている。

そこで本プロジェクトでは、芸術学部、文学部、人間健康学部にも所属する研究者がチームを組み、芸術分野と人文・社会科学、そして運動生理学の諸分野を融合した学際的研究によって地域の優れた伝統工芸を保存し、後世に伝えることを目的とし、教育・研究機関である大学の立場から、現在、伝統工芸が直面している課題の解決へ寄与することを目指した。

伝統工芸が抱える課題に関しては、後継者の養成や伝統工芸品のマーケット開拓といった観点での取り組みがなされているが、本プロジェクトでは「実証を伴う無形の知的財産の集積」という観点からの取り組みを行う。対象として、専門技術者のみならず、趣味としても親しまれ、一般にも認知度の高い「陶芸」に焦点を当てることとした。これまでは映像や文書による記録によって、熟練者の工芸技術の保存が進められてきた。しかしながら、熟練者が長年の経験で培った身体・筋肉の使い方や作業中の視線等は、言語化が困難なこともあり、データの集積がほとんどなされていない。これらを運動的、認知的視点から解析して実証データとして遺すことも、後継者育成に寄与し、技術の継承につながるであろう。また、熟練者だけでなく、経験や熟練の程度が多様な陶芸学習者の運動的、認知的データを熟練者と比較することで、経験による諸技能の差を明らかにし、育成指導に資

する資料とすることができる。陶芸の所作の科学的な解析から得られる知見は、陶芸に携わる人々に示唆を与え、伝統工芸の保存と継承に資する基盤を形成すると考えられる。

3年間の本プロジェクトでは専門分野が異なる8名の研究者が、一つの目的に向かい議論を重ね、全員で実験に取り組み、考察を行った。初めて陶芸に触れる者が土を練る作業を学習する際に何が難しいのか。その技術の習得を困難にしているのはどのような要因なのか。この要因を明らかにするためには陶芸の動作のどの部分に注目をし、実証データとして何を測定すればよいのか。様々な問いに対して、それぞれの専門分野の知を結集し、問いを解明するための実験計画を立て、陶芸歴20年以上の熟練者、陶芸歴が1年～5年の学生である経験者、そして、初めて陶芸を経験する初心者に対し、陶芸において基本となる「菊練り」の動作解析を行った。3年間で慎重に実験と解析を進めることに重点をおいたため、研究成果の公表はまだ途上であるが、3年間で得られた知見は少なからず社会的に意義のあるものだと感じている。今後、これらの成果を発表し、陶芸技術の保存と継承に寄与できるよう、引き続き、研究を発展させていきたいと考えている。

最後に、この3年間にわたり、本研究プロジェクトをご支援くださった文部科学省の関係各位、金沢学院大学の秋山稔学長をはじめとする大学関係者の皆様、事務局の皆様、藤原勝夫研究室の大学院生、学部生の皆様、実験にご参加下さった皆様に、プロジェクトメンバー一同、心より厚く御礼申し上げます。

第 1 章

研究成果報告書概要

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

**平成 27 年度～平成 29 年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
研究成果報告書概要**

1 学校法人名 金沢学院大学 2 大学名 金沢学院大学

3 研究組織名 文学部

4 プロジェクト所在地 石川県金沢市末町 10

5 研究プロジェクト名 石川県における伝統工芸技術の保存・継承のための実証研究
ー陶芸技術における言語化困難な所作の解析ー

6 研究観点 地域に根差した研究

7 研究代表者

| 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|--------|-------|-----|
| 前川 浩子 | 文学部 | 准教授 |

8 プロジェクト参加研究者数 9名

9 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

| 研究者名 | 所属・職名 | プロジェクトでの研究課題 | プロジェクトでの役割 |
|-------|-----------|---|--|
| 前川 浩子 | 文学部・准教授 | 動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための新しい学習プログラム開発 | 実証データを活かした学習プログラムの開発 |
| 藤原 勝夫 | 人間健康学部・教授 | 動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための新しい学習プログラム開発 | 陶芸所作の運動的特性の解明および熟練者と非熟練者の差異の解明 |
| 中崎 崇志 | 文学部・准教授 | 動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための新しい学習プログラム開発 | 陶芸所作の運動的特性の解明 実証データを活かした学習プログラムの開発 |
| 中村 晋也 | 文学部・准教授 | 動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための新しい学習プログラム開発 | 陶芸技術の差異に関する客観的検証 実証データを活かした学習プログラムの開発 |
| 羽場 文彦 | 芸術学部・准教授 | 動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための新しい学習プログラム開発 | 熟練者の陶芸所作の検証 実証データを活かした学習プログラムの開発 |
| 大滝 宏一 | 文学部・准教授 | 動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための | 実証データを活かした学習プログラムの開発 |

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

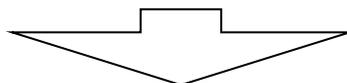
| | | の新しい学習プログラム開発 | |
|-------|----------------|---|--|
| 坂東 貴夫 | 基礎教育機構・ 准教授 | 動作解析による陶芸所作の解 明ならびに陶芸学習者のため の新しい学習プログラム開発 | 実証データを活かした 学習プログラムの開発 |
| 市島 桜魚 | 芸術学部・教授 | 動作解析による陶芸所作の解 明ならびに陶芸学習者のため の新しい学習プログラム開発 | 実証データを活かした 学習プログラムの開発 |
| 仲丸 英起 | 文学部・講師 | 動作解析による陶芸所作の解 明ならびに陶芸学習者のため の新しい学習プログラム開発 | 熟練者と非熟練者の差異 の解明 実証データを活かした 学習プログラムの開発 |

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

| プロジェクトでの研究課題 | 所属・職名 | 研究者氏名 | プロジェクトでの役割 |
|----------------------------|--------|-------|--------------------|
| 統計的解析による熟練者 と非熟練者の差異の検証 | 文学部・講師 | 仲丸 英起 | 熟練者と非熟練者の差異 の解明 |

(変更の時期:平成 28 年 3 月 31 日) ※大学を異動したため



新

| 変更前の所属・職名 | 変更(就任)後の所属・職名 | 研究者氏名 | プロジェクトでの役割 |
|----------------|----------------------|-------|--|
| 金沢大学医学部・ 教授 | 金沢学院大学 人間健康 学部・教授 | 藤原 勝夫 | 熟練者と非熟練者の 差異に関して運動的 特性の観点からの解 明 |

(変更の時期:平成 27 年 7 月 13 日) ※本学に異動になったため。

11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

【研究プロジェクトの目的と意義】

本学が所在する石川県には、九谷焼、輪島塗、加賀友禅など、長い歴史に育まれた伝統工芸が多数存在している。これらの伝統工芸は、わが国における「石川県のイメージ」の形成に重要な役割を果たしていると同時に、海外でも注目を集めている。しかしながら、伝統工芸品による伝統産業の生産額は年々減少傾向にあり（日本銀行金沢支店、2012）、後継者不足による伝統工芸の衰退も危惧されている。この後継者不足に対して、石川県では伝統的工芸品専門技術者に自己研鑽、研修等に必要な経費に充当するための奨励金を交付するなど、技術の維持と保存を図る取り組みを行っている。また、伝統工芸の継承、発展並びに伝統産業の振興を目的として設置された金沢卯辰山工芸工房では、陶芸・漆芸・染色などの技術者の育成が行われている。さらに、石川県には伝統工芸の分野を高等教育に位置づけた特色のある大学も存在し、金沢美術工芸大学美術工芸学部工芸科や、本学芸術学部芸術学科（申請時は美術文化学部）が伝統工芸の教育・研

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

究活動に取り組み、その継承に寄与する役割を担っている。

そこで本研究では、芸術学部、文学部、そして人間健康学部を有する本学の特色を活かし、芸術分野と人文・社会科学、運動生理学の諸分野を融合した学際的研究によって地域の優れた伝統工芸を保存し、後世に伝えることを目的とし、教育・研究機関である大学の立場から、現在、伝統工芸が直面している課題の解決へ寄与することを目指すこととした。

伝統工芸が抱える課題に関しては、後継者の養成や伝統工芸品のマーケット開拓といった観点での取り組みがなされているが、本研究では「実証を伴う無形の知的財産の集積」という観点からの取り組みを行った。本研究で対象とする伝統工芸としては、専門技術者のみならず、趣味としても親しまれ、一般にも認知度の高い「陶芸」に焦点を当てた。これまでは映像や文書による記録によって、熟練者の工芸技術の保存が進められてきた。しかしながら、熟練者が長年の経験で培った身体・筋肉の使い方等は、言語化が困難なことも手伝い、データの集積がほとんどなされていない。これらを運動的、認知的視点から解析して実証データとして遺すことも、後継者育成に寄与し、技術の継承につながるであろう。また、熟練者だけでなく、経験や熟練の程度が多様な陶芸学習者の運動的、認知的データを熟練者と比較することで、経験による諸技能の差を明らかにし、育成指導に資する資料とすることができる。陶芸の所作の科学的な解析から得られる知見は、陶芸に携わる人々に示唆を与え、伝統工芸の保存と継承に資する基盤を形成すると考えられる。なお、構想調書の段階では視線計測についても行うことを予定していたが、視線計測機器の調整にも時間を要したことなどから、視線計測の実施は今後の課題とし、本研究の成果としては「菊練り」の動作の計測と解析に重点を置くことに変更をした。

「陶芸」を中心とした伝統工芸の分野では、「見て学ぶ」という技術継承が行われることが多いとされる。土を練る作業と一言と言っても、その所作は言語的な表現・伝達が困難要素を含む、複雑なものであると考えられる。陶芸の様々な工程の中で、データの収集・解析を行う対象として注目するのは、土を練り、空気をなくすための作業である「菊練り」工程とした。この工程は、陶芸における基礎的な作業とされている。粘土をろくろに載せて成型をするには、その粘土から空気が抜けている必要がある。空気を抜いた粘土になるまで練ることで、ようやくろくろに載せることができる。このような陶芸における基礎的な技術における熟練者と非熟練者（学習者）の所作が、運動的な側面でどのように異なるのかを実証的に検討することを本研究では目指した。具体的には、所作を行う際の身体の動きに注目し、菊練りの作業において、熟練者らがどのように身体を動かし、体重移動を行っているのか、また、練る際のリズム（周期）はどのようなものなのかを数量的に分析を行うこととした。

以上の菊練りにおける動作解析等により、本研究では陶芸初学者が、最初の工程である「菊練り」の技術を習得する際に、熟練者の作業（動作）を客観的に把握することによって、その習得がこれまでよりも容易になるような学習プログラムの開発を目指すこととした。

なお、本研究の意義と期待される効果は以下の4点であると考えられる。

- ①石川県在住の陶芸熟練者の技術（運動面の実証データ）の保存
- ②陶芸技術の新しい学習法の開発による後継者育成への貢献
- ③陶芸以外の工芸技術（例えば漆芸）の新しい学習法への応用
- ④地域住民の陶芸への理解と親しみを促すことによる文化保存への意識向上

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

【研究プロジェクトの計画】

平成 27 年度：①菊練りの作業における解析対象所作の選定を行うこと。②測定に必要な装置の設定などの準備を行うこと。③陶芸熟練者（20 年以上の経験がある者）の菊練り動作における映像の三次元動作解析及び所作中の筋電位測定による運動測定を行うこと。

平成 28 年度：①前年度から継続して、陶芸熟練者の菊練り動作における映像の三次元動作解析及び所作中の筋電位測定による運動測定を行うこと。②陶芸経験者（5 年以内の経験がある者）の菊練り動作における映像の三次元動作解析及び所作中の筋電位測定による運動測定を行うこと。③陶芸初心者の運動の菊練り動作における映像の三次元動作解析及び所作中の筋電位測定による運動測定を行うこと。

平成 29 年度：①2 年間で得られたデータの解析を行い、熟練者、経験者、初心者に菊練りの動作の差異が見られるかを検討すること。②結果に関して学内で研究発表会を行うこと。

(2) 研究組織

本研究の目的を達成するために、プロジェクト全体での研究テーマ（研究チーム）は「動作解析による陶芸所作の解明ならびに陶芸学習者のための新しい学習プログラム開発」の一つとし、このテーマに関して、研究者ら（最終的には 8 名）が自分の専門分野からの知見を活かして、研究プロジェクトを組織した。

研究代表者の役割：

心理学を専門とするプロジェクトの研究代表者（前川浩子）は、研究全体のスケジュールや研究参加者の調整、得られたデータの総合的な考察を担い、陶芸初心者が菊練りを習得するための効果的な「教示」の検討を行った。

陶芸所作の運動的特性の解明および熟練者と非熟練者の差異の解明：

本研究で重要なことは、菊練りの所作を実証データとして集積することであるが、この測定とデータ解析に関しては、運動生理学を専門とする研究者（藤原勝夫、他 3 名）が担当した。三次元動作解析、筋電位測定等を実施し、これらのデータから熟練者と経験者、初心者の違いを実証的に明らかにした。なお、大学院生 4 名も測定等に関わった。

菊練りの実験における熟練者としてのケース提供と実験時の教示に関する役割：

本学芸術学部には、陶芸歴 20 年以上のキャリアを有する教員（羽場文彦）がおり、熟練者のモデルケースとしてのデータの提供ならびに、実験時には実験参加者が菊練りを行う際のデモンストレーションと教示を行った。また、陶芸熟練者として、得られたデータから、陶芸初心者にどのような教示を今後行うことが効果的かについても、実践者の立場から検討を行った。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

陶芸技術の差異に関する客観的検証:

本研究では熟練者、経験者、初心者の菊練りの動作の差異について実証データをもとに明らかにすることを目的としているが、この動作の差異が技術の差異、すなわち、成果物の違い反映されるのか、という点についても検証が必要となる。この視点に関しては保存科学を専門とする研究者(中村晋也)が担当し、検討を行った。

実証データを活かした学習プログラムの開発:

本研究で得られた実証データを考察し、陶芸初心者が菊練りの技術をより習得しやすくするための学習方法の開発には、心理学(中崎崇志)、認知科学(大滝宏一・坂東貴夫)、西洋史(仲丸英起)の分野(数量的検討が可能)の研究者が主となって検討を行った。さらに、漆芸(市島桜魚)を専門とする教員も考察、助言を行った。

研究者らは、定期的に研究の進捗状況を確認し、全体の方向性について検討、修正を行い、学内で終始連携を取りながら、一つの研究課題に対して取り組んだ。

(3) 研究施設・設備等

(1) 陶芸実習室・焼窯室・施釉室・電気室(6号館) 542 m²

(2) 心理学実習室(3号館 340 教室) 94 m²

(3) 健康科学測定室(2号館 B 棟) 103 m²

(4) 筋電位測定装置 50 時間(実験、および準備)

(4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

本研究は、芸術学部と文学部、人間健康学部を有する本学の特色を活かし、芸術分野と人文・社会科学、運動生理学の諸分野を融合した学際的研究によって石川県の優れた伝統工芸を保存し、後世に伝えることを目的とした。3年間のプロジェクトでは、陶芸の「菊練り」の作業において、20年以上の経験を有する「熟練者」4名と、学生を中心とする陶芸の経験が5年以下の「経験者」6名、および、初めて陶芸を経験する「初心者」(大学生)6名に、どのような動作の違いが見られるのかを実証的な検討に重点を置くこととした。

熟練者、経験者、初心者に運動的な差異が見られれば、その差異に基づいた身体の使い方や教示法を工夫することによって、初心者がより菊練り技術を習得しやすくなると考えられる。

研究成果 1: 熟練者、経験者、初心者における菊練りの動作の差異

<方法>

実験参加者は、20年以上の経験を持つ陶芸の熟練者4名(以下、熟練者)、陶芸の実験経験が5年以下の学生6名(経験者)、および陶芸をこれまで一度も実施したことのない学生6名(初心者)の総計16名であった。

測定に関しては、菊練りの際の(1)左右および前後の圧中心の変化、(2)上肢の間接角度の測定(反射マーカを身体右側の肩峰、上腕骨外側上果、内側上果、外側茎状突起、内側茎状突起の5点に取り付け、8台の高速度カメラを用いて300フレーム/秒で撮影)を行った。(3)菊練りを100回行うためにかかった時間の計測を行った。

実験参加者は100回の菊練りの動作を行い、データ解析に関しては91施行目から95施行目までの5施行を対象とした。なお、初心者には熟練者が菊練りのデモンスト

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

レーションを 10 分程度観察してもらい、その後、動作を実施した。

<結果および考察>

動作および圧中心の変化の違いから明らかになったこと：

熟練者および経験者では、初めに右腕で肘関節を伸展させながら斜め前方へ粘土を押しだし、その後両腕で粘土を手前に引き下げていた。押し出しの最終局面では、前腕の回内運動が認められた。これに関連して、練り台上の圧中心は、熟練者では練り動作開始後、大きく円弧を描くように移動し、試行間で比較的一致した波形を示した。一方、初心者では前後および左右への圧中心の移動が小さく、その移動は直線的であり、試行毎の変動が大きいことが示された。

熟練者と初心者の菊練り動作における運動学的差異は、全身の体重移動というよりは肘関節の伸展運動による前方への大きな力発揮と、前腕の回内運動による右側方への力発揮であると考えられた。特に回内運動は、熟練者および経験者では全員に認められたが、初心者では 6 名中 2 名にしか認められなかった。菊練り動作の指導においては、この前腕の回内運動を強調する必要があることが示唆された。

動作のリズムから明らかになったこと：

菊練りの動作に関しては、熟練者では滑らかに、かつリズムカルになされていたことが明らかになった。一方、初心者では運動範囲が小さく、1 回 1 回の動作やそれに要する時間のばらつきが大きいことが示された。動作は、熟練するに従って自動化される (Paillard, 1960)。自動化されると、一定した動作が可能となり、その動作時間は短くなる。菊練り動作 100 試行の所要時間および 1 試行の周期は、熟練者群、経験者群、初心者群の順に有意に短かった。また、周期の変動係数は、初心者群で大きい傾向が認められた。熟練者群の菊練り動作は、自動化された動作であることが確認された。

以上のことから、陶芸の熟練レベル (20 年以上、5 年以下、未経験) によって、菊練りの動作に差異が見られることが、実証データから明らかになった。これまで、陶芸分野において、その技術に関する実証的な研究はほとんどなく、その動作を科学的に解明することができたということは、一つの成果と言えよう。

研究成果 2: 熟練者、経験者、初心者における成果物の差異

研究成果 1 において、熟練者、経験者、初心者には菊練りの動作の差異やリズムの差異があることが示された。次にこの経験のレベルの違いは、菊練りの作業が終了した際に成果物の反映と関連するのか、という点について検討が行われた。

本研究で測定対象とした動作は「菊練り」であり、練りあがった成果物 (粘土) に対する評価の指標は、練りあがり後の内部空隙の有無で判断することとした。本来は、CT 撮影による三次元透過データにより、空隙体積の比較による定量的解析を行うことが妥当と考えられるが、今回は機器の都合上、目視による空隙の有無からの定性的解析による評価とした。

<方法>

菊練りが終了した試料に対して、糸を用いて厚さ約 1 cm で連続切断を行い、粘土内部に存在する空隙の有無を目視で確認した。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

<結果および考察>

熟練者の成果物

熟練者 4 名の試料については、すべての実験参加者の試料のどの部分にも空隙が認められなかった。また、外観も整った菊花の文様が表現されているのも共通する点であった。

経験者の成果物

また、経験者 6 名の試料については、空隙が全く認められない経験者 A から、複数の空隙が認められる経験者 B まで、群の中でも実験参加者ごとにばらつきが認められる結果となった。また、試料の外観についても、経験者 A の試料は整った菊花の文様が表現されているのに対し、経験者 B のそれは菊花の文様が十分に形成されていない様子が認められた。

初心者の成果物

さらに、初心者 6 名の試料については、全ての実験参加者の試料において複数の空隙が認められた。また、形が不揃いなためスライス数が異なり、一概に比較ができない点は否めないが、経験者の試料に比べて大きい空隙が存在し、空隙の数も多い傾向にあることが感じられた。試料の外観も歪であり、菊花の文様には程遠いものばかりであった。

熟練者、初心者の成果物を比較した結果、まず熟練者の試料には空隙が認められず、菊練りの主たる目的である「空気を押し出すこと」が十分に行えていると評価できる。これに対して初心者の試料については、全実験参加者において空隙が複数認められる結果となり、予想通り空気を押し出すことが十分にできていないことが示された。

一方、経験者の試料については、被験者によって空隙が認められない試料から、複数の空隙を含むものまでバラつきがあることが確認できた。この結果は、6 名の実験参加者ごとの菊練り動作の習熟度の差を表す可能性が示唆される。6 名の経験者群については、経験年数が 1 年～5 年と菊練りの経験期間が異なる影響が第一に考えられるが、経験期間が 20 年以上の熟練者と比べると、その経験期間自体は長いものとは言えない。つまり、先に述べた熟練者と初心者の間で見られた菊練り動作における運動学的差異の特徴を基準に考えた場合、それを数年で熟練者に近い状態まで習得した者と、初心者の動作に類似し菊練りのポイントとなる動作を習得しきれていない者が混在している状況を示唆する可能性がある。さらに、経験者の中で成果物内に全く空隙が見られなかった実験参加者の動作（圧中心の変化）は熟練者の軌跡と類似しており、空隙が多く見られた実験参加者では、経験者の軌跡と類似していたことが明らかになった。このことから、菊練りの習得（菊練り終了後の粘土内の空気が抜けていること）には、運動的な差異が関連していることが示唆された。

また、熟練者、経験者、初心者を通じて、試料概観に整った菊花文様が成形されているかという点と、内部空隙の大小や存在個数の多少の間には相関関係がある傾向が見取れた。つまり、熟練者の菊練りに認められた滑らかで、かつリズムカルな動作の結果が、整った菊花文様の成形という形で外観に表れると仮定すると、結果として菊練り作業として求められる「空気を押し出すこと」がなされているか否かを外観から推し量る 1 つの指標になる可能性があると考えられる。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

研究成果 3：菊練りを習得するための教育への応用可能性について

1. 動作の技能的要諦の言語的伝達

菊練りの動作解析により、技能熟練者の「菊練り」動作時の練り台での圧中心の運動軌跡は、右回りの縦に長い楕円形を描いている。この楕円状の軌跡は、動作解析の結果から、前腕部の回内運動および肘関節の伸展と関わっている可能性が高いことが示唆される。したがって、利き手側（粘土を練る側）の動作の技能的要諦の1つとして、回内運動と、それと同時に生じる肘関節伸展を教示することが挙げられる。

菊練りの際に空気が抜けるのは、練り台に接する面からであるため、回内運動と肘関節伸展によって、練り台と粘土が接する面を拡大するような動作が必要であると伝達することが効果的であろう。以上のような動作の技能的要諦を具体的な教示に置き換えると、右利きの場合、

『動作主から見て、自分の手のひらの親指が上になるように構えた右手のひらを、手首を返すように倒して粘土をつぶしつつ、肘を伸ばして粘土を自分のやや右斜め前方へ押し出すような動作』

というような教示になる。「菊練り」初心者へ指導の際、「粘土を回してはいけない」という言語教示が一般的に与えられるが、むしろ技能的要諦を強調すべきであろう。技能的要諦を強調すれば、次項に述べる観察を経て、実際に動作を反復させることで習得が速やかに進行すると考えられる。

さらに、より適切な回内運動を生じさせるためには、言語的教示のみならず視覚的に運動が生じていることを確認できる手段が有効である。そこで、回内運動を意識づけるため、粘土を練る利き手側の2ヶ所にシールを貼って動作を行わせる。粘土を練る手の手首の親指側と小指側にそれぞれ1枚ずつシールを貼りつける。このようにシールを貼れば、回内動作開始前と1動作の終了時点で見えているシールの色が変わる。動作開始前は親指側の青いシールが見え、動作を開始して手首を返すと小指側の赤いシールが見えるようになる。動作主から見えているシールが常に青または常に赤であれば、回内運動が生じておらず、手首が固定されたまま粘土を押しつけている動作であることがわかる。

2. 観察の視点の工夫

ある動作を行っているモデルまたは動作中のモデルを撮影した映像の観察を通して、その動作を習得する学習過程は、「モデリング」と呼ばれている。既述の通り、技能学習では動作の要諦を含めたすべての要素を言語的に教示することはできないため、モデルを提示して学習させるプロセスが必要である。

モデルの動作を正面から観察する場合、モデルの動作が水平方向と垂直方向の成分のみで再現可能であれば、観察した動作の左右を反転させればよい。しかし、技能熟練者の「菊練り」動作は、粘土を練る利き手の回内運動と肘関節の伸展、および粘土を支える非利き手の粘土を引き起こす動作で構成されている。すなわち、水平方向と垂直方向に加え、前後方向の成分を含む3次元の動作である。Ishikura & Inomata (1998) は、3次元方向への要素を含むモデルの動作を観察後に再現させるとき、モデルの正面から観察する条件とモデルの背後から観察する条件を比較し、モデルの背後から観察する条件の方がより多くの動作を再現できたと述べている。「菊練り」も同様に、学習者がモデルの背後から観察する方が、よりモデリングによる学習の効果を高めることができる動作であると言えるだろう。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

直接観察することが不可能な場合は、映像の観察による学習で代替できる。最近では CCD を用いたコンパクトなウェアラブルカメラが普及しており、カメラを装着した人物の視点から見た映像を撮影することができる。また、ビデオカメラも小型化しており、動作者の動作を妨害することなく、背後から撮影することも可能である。

3. 作業環境

先述の通り、技能熟練者の練り台での圧中心の運動軌跡は、ほぼ同一の楕円状となった。同じ重さ、同じ素材（粘土）を用いて、ほぼ同じような動作が再現されていると言える。これは、「菊練り」動作がどの技能熟練者でも似通っていることを示唆している。このことから、「菊練り」動作の型は経験を積むことによって洗練され、固定化されるだけでなく、多少の個人差はあるにせよ、誰もが非常に似通った型を示すように収束していく可能性が考えられる。また、測定対象となった技能熟練者の身長には約 20cm の幅があったが、いずれも同じような型で動作をしているとすれば、それを可能にする要因があるはずである。

その要因となる可能性として、作業環境の設定、特に練り台の高さが考えられる。測定対象となった技能熟練者の平均身長は、初心者や経験者よりも高く、ばらつきも大きくなったため、作業時に練り台の高さを調節している。これが、動作の固定化した型を発揮しやすい環境を作ったとするならば、初心者が学習する際にも、自身の身体や動作に適した練り台の高さを発見することが、技能の速やかな習得の一助となる可能性が考えられる。

<優れた成果が上がった点>

これまで、伝統工芸の技術に関して実証的な検討はほとんど行われてこなかった。本研究では「陶芸」における、「菊練り」に注目し、菊練りの作業の動作解析を行った。このことにより、菊練りで行われている作業をデータ化し、また、陶芸の経験のレベルによる差異を見出すことによって、菊練りの技術を習得するために必要と考えられる、菊練りの原理を部分的に見出すことができたと考えられる。

陶芸の経験を 20 年以上有する熟練者では、菊練りの作業時の身体の動きがリズムカル（周期が一定している）であった。また、熟練者と初心者の菊練り動作における運動学的差異は、肘関節の伸展運動による前方への大きな力発揮と、前腕の回内運動による右側方への力発揮であると考えられた。菊練り動作の指導においては、この前腕の回内運動を強調する必要があることが示唆された。

菊練りは、陶芸に携わる者にとっては、陶芸そのものを経験する初期段階で習得が求められる技術と言える。菊練りによって粘土内の空気の気泡を取り除くことができ、その後の成形作業へとつながっていく。従って、菊練りの技術を早く、正確に習得できることは、陶芸に携わる上では非常に重要なことであると考えられる。

伝統工芸の分野では、その技術に関して「見て覚える」「見て学ぶ」「身体で覚える」といった、経験的な側面が重要視されてきた。その背景には、工芸における所作が複雑であることや、その動きが実証的に解明されてこなかったことも要因と言えよう。本研究の結果から、菊練りの作業において重要な動作ポイントが客観的に示され、陶芸を学ぶ者、あるいは、その技術を教える者にとっては、作業の工程が言語化、可視化されることで、技術の習得、ひいては、技術の継承に寄与するものと考えられる。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

＜課題となった点＞

計画の段階では、動作解析だけではなく、ろくろ作業時の視線計測を実施することにより、運動面と認知面の両方から客観的なデータを収集することを構想していた。しかし、視線計測の機器の調整に時間を要したこと、また、菊練りの動作の測定においても、その機器の設定や、計測する動作の検討と選定、そして、測定そのものとデータ解析を丁寧に実施したことにより、3年間の計画ではすべての計測を行うことが難しい状況にあった。

しかしながら、研究者間で議論と検討を重ね、陶芸の初学者においては菊練りの習得の重要性がろくろ作業よりも優先順位が高いことから、本研究では菊練りの動作解析を重視し、時間をかけて取り組むこととした。また、本研究では菊練りの作業時に動作と同時に筋肉がどのように使われているかの筋電位の計測も行っている。筋電位に関しては現在解析中であるが、学習者に菊練り技術を教える観点からは、まずは動作について理解をしてもらうことが重要であると考え、動作解析を優先した。

また、実験と解析を慎重に行ったことにより、研究期間内の研究の成果の公表（論文や学会発表）が困難であった。研究期間終了後に、積極的に論文化や発表を行うことを予定している。

＜自己評価の実施結果と対応状況＞

本研究プロジェクトはすべて学内の研究者によって行われていたこともあり、年4回程度の打ち合わせを定期的実施し、実験の状況を把握したり、実験の優先度を検討したりした。また、実験の際にはプロジェクトメンバー全員が関与し、運動生理学を専門としない研究者も、実験の様子を観察することで、研究の方向性に共通の理解を持つことを意識した。

視線計測ならびに筋電位の解析がプロジェクト期間中に困難であることも、プロジェクト内で共有し、陶芸の技術を客観的なデータにするという本来の目的が達成されるよう、動作解析を優先するという研究計画の修正を行った。

＜外部(第三者)評価の実施結果と対応状況＞

本研究に関しては、後藤彰彦氏（大阪産業大学・教授）ならびに岡泰央氏（株式会社岡墨光堂）から、「伝統工芸産業が盛んな石川県をフィールドに陶芸に着目した動作解析の研究は非常に重要かつ興味深く、発展可能性が高い」という評価を受けている。

後藤氏、岡氏は伝統工芸や文化財の保存や修復に関する技術について、京都をフィールドに動作解析や視線計測の研究に先駆けて取り組んでいる。例えば、「増裏打ち」と呼ばれる、掛軸装の仕立ての工程に関して、熟練者（経験年数20年以上）と非熟練者（経験年数4年）の刷毛の使い方（打刷毛作業）の動作解析が行われている（岡・濱田・成田・後藤・高井，2014；岡・後藤・高井，2015）。

後藤氏、岡氏からは本プロジェクトの開始にあたり助言を受けたほか、研究の進捗状況についても適宜共有をしてきた。また、両氏からは、京都をフィールドにした研究においても、いまだ「陶芸」に関する動作解析は行われていないという点からも、本プロジェクトの取り組みに関しては高い評価を得られている。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

＜研究期間終了後の展望＞

プロジェクト期間の実験で得られたデータのうち、解析が終了した動作解析に関する結果を論文化し、学会発表も行うことで、成果を公表していく。また、解析途中である筋電位については解析を継続し、結果をまとめ、成果発表へとつなげていく予定である。

また、プロジェクト研究期間内に取り組むことができなかった視線計測による認知的側面の客観化に関しては、学内の共同研究費を得ることによって、今後も継続していく。さらに、今回のプロジェクトの結果から開発した、陶芸初学者に対する菊練りの指導について、指導法や教示の効果がどのくらいあるか、という点についても、本学の芸術学部 of 学生を対象に実施し、検討を行う。

＜研究成果の副次的効果＞

プロジェクトに参加した陶芸を指導する教員は、実験によって得られた実証的なデータについて議論する中で、今まで経験として身に付いていたものを、客観的に理解することが可能となった。このことが、陶芸の授業で学生に菊練りを指導する際の説明や、言葉がけに反映され、これまでとは異なる、新しい教え方を実践できるようになった。

また、実験に参加した陶芸を学ぶ学生にとっても、自分の動作が客観化されたことにより、技術の向上の手がかりが得られたと言えよう。

さらに、本プロジェクトは学内の芸術、人文・社会学、運動生理学といった異なる専門分野の研究の交流を促し、学内での学際的な研究の推進に寄与したと考えられる。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 伝統工芸 (2) 技術の保存と継承 (3) 陶芸
 (4) 菊練り (5) 動作解析 (6) _____
 (7) _____ (8) _____

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

＜雑誌論文＞

※前川浩子・藤原勝夫・外山寛・清田直恵・羽場文彦・中村晋也・中崎崇志(刊行予定)
 陶芸における「菊練り」の習得を目指した教育プログラムの開発:「菊練り」動作の解析の観点から, 金沢学院大学紀要, 第17号.

＜図書＞

該当しません

＜学会発表＞

該当しません

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

該当しません

<これから実施する予定のもの>

※藤原勝夫・外山寛・羽場文彦・前川浩子・中崎崇志・中村晋也・佐藤文亮・清田直恵・
中村 天・兵頭 彩 (2018) 陶芸における菊練り動作の解析, 日本健康行動科学会第 17
回学術大会, 金沢学院大学, 9 月

14 その他の研究成果等

本プロジェクトの実験の様子が新聞に掲載された (北國新聞朝刊, 2016 年 12 月 9 日)

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

<「選定時」に付された留意事項>

該当しません。

<「選定時」に付された留意事項への対応>

該当しません。

<「中間評価時」に付された留意事項>

該当しません。

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

該当しません。

| | |
|----------|-----------|
| 法人番号 | 171005 |
| プロジェクト番号 | S1513005L |

16

(千円)

| 年度・区分 | 支出額 | 内 訳 | | | | | | 備 考 |
|----------|--------|---------|---------|----------|-------|-----|--------|-----|
| | | 法 人 担 負 | 私 学 助 成 | 共同研究機関負担 | 受託研究等 | 寄付金 | その他() | |
| 平成27年度 | 施設 | 0 | | | | | | |
| | 装置 | 0 | | | | | | |
| | 設備 | 5,019 | 1,673 | 3,346 | | | | |
| | 研究費 | 7,667 | 7,667 | | | | | |
| 平成28年度 | 施設 | 0 | | | | | | |
| | 装置 | 0 | | | | | | |
| | 設備 | 0 | | | | | | |
| | 研究費 | 3,790 | 3,790 | | | | | |
| 平成29年度 | 施設 | 0 | | | | | | |
| | 装置 | 0 | | | | | | |
| | 設備 | 0 | | | | | | |
| | 研究費 | 137 | 137 | | | | | |
| 平成 年度 | 施設 | 0 | | | | | | |
| | 装置 | 0 | | | | | | |
| | 設備 | 0 | | | | | | |
| | 研究費 | 0 | | | | | | |
| 平成 年度 | 施設 | 0 | | | | | | |
| | 装置 | 0 | | | | | | |
| | 設備 | 0 | | | | | | |
| | 研究費 | 0 | | | | | | |
| 総 額 | 施設 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 装置 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 設備 | 5,019 | 1,673 | 3,346 | 0 | 0 | 0 | |
| | 研究費 | 11,594 | 11,594 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 総 計 | 16,613 | 13,267 | 3,346 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| | |
|------|--------|
| 法人番号 | 171005 |
|------|--------|

17

《施設》(私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。)(千円)

| 施設の名 称 | 整備年度 | 研究施設面積 | 研究室等数 | 使用者数 | 事業経費 | 補助金額 | 補助主体 |
|-------------------|------|--------|-------|------|------|------|------|
| 陶芸実習室・焼窯室・施釉室・電気室 | 既存施設 | 542㎡ | | 6名 | | | |
| 心理学実習室 | 既存施設 | 94㎡ | | 2名 | | | |
| 健康科学測定室 | 既存施設 | 103㎡ | | 6名 | | | |

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

_____㎡

《装置・設備》(私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。)(千円)

| 装置・設備の名称 | 整備年度 | 型 番 | 台 数 | 稼働時間数 | 事業経費 | 補助金額 | 補助主体 |
|----------------------|------|----------------------------|-----|-------|-----------|-----------|------|
| (研究装置) | | | | | | | |
| 筋電位測定装置 | H27 | BI0-NVX52 | 1台 | 50 h | 5,019,300 | 3,346,000 | 私学助成 |
| 超音波診断装置 | H27 | SSD-PROSOUND2 | 1台 | 50 h | 1,620,000 | | |
| ノートパソコン | H27 | DELL Latitude E6540 | 1台 | 50 h | 175,500 | | |
| 視線計測器 | H27 | EMR-9 | 1台 | 20 h | 4,968,000 | | |
| デジタル一眼レフカメラ | H28 | EOS80D EF-S18-135IS usmキット | 1台 | 32 h | 164,160 | | |
| ノートパソコン | H28 | EMR-PC | 2台 | 20 h | 180,000 | | |
| EMR-9ヘッドユニット スポーツグラス | H28 | 両眼タイプ | 1台 | 20 h | 1,425,000 | | |
| 電子天秤 | H28 | GX-400 | 1台 | 2 h | 119,448 | | |
| 作業台 | H28 | HS1270 | 1台 | 10 h | 138,950 | | |
| (研究設備) | | | | | | | |
| (情報処理関係設備) | | | | | | | |

18 研究費の支出状況

(千円)

| 年 度 | 平成 27 年度 | 積 算 内 訳 | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| 小 科 目 | 支 出 額 | 主 な 使 途 | 金 額 | 主 な 内 容 |
| 教 育 研 究 経 費 支 出 | | | | |
| 消 耗 品 費 | 853,325 | 筋電位測定用消耗品 | 592,453 | 電極、反射マーカ、脱脂綿、エタノール、乾電池等 |
| | | 陶芸用土 | 95,740 | 信楽土、大島耐火土、九谷磁器土等 |
| | | その他 | 165,132 | SDHCカード、ハードディスク、ソフトウェア等 |
| 光 熱 水 費 | | | | |
| 通 信 運 搬 費 | | | | |
| 印 刷 製 本 費 | | | | |
| 旅 費 交 通 費 | | | | |
| 報 酬 ・ 委 託 料 | | | | |
| 計 | 853,325 | | | |
| ア ル バ イ ト 関 係 支 出 | | | | |
| 人 件 費 支 出 (兼務職員) | 50,320 | 被験者アルバイト | 2,960 | 時給740円、年間時間数4時間 実人数2人 |
| | | 実験補助アルバイト | 47,360 | 時給740円、年間時間数64時間 実人数4人 |
| 教育研究経費支出 | | | | |
| 計 | 50,320 | | | |
| 設 備 関 係 支 出 (1個又は1組の価格が500万円未満のもの) | | | | |
| 教育研究用機器備品 | 6,763,500 | 視線計装置 | 4,968,000 | |
| | | 超音波診断装置 | 1,620,000 | |
| | | ノートパソコン | 175,500 | 解析用 |
| 図 書 | | | | |
| 計 | 6,763,500 | | | |
| 研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出 | | | | |
| リサーチ・アシスタント | | | | |
| ポスト・ドクター | | | | |
| 研究支援推進経費 | | | | |
| 計 | 0 | | | |

法人番号

171005

| 年度 | | 平成 28 年度 | | |
|------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------------------------|
| 小科目 | 支出額 | 積算内訳 | | |
| | | 主な使途 | 金額 | 主な内容 |
| 教 育 研 究 経 費 支 出 | | | | |
| 消耗品費 | 1,439,662 | ソフトウェアEMR-dFactory | 820,800 | 視線計測用 |
| | | ソフトウェアEMR-dStream | 513,000 | 視線計測用 |
| | | その他 | 105,862 | 実験用器材作成用アルミ構造材、ホルト、ナット、ベニヤ合板、クイヤック等 |
| 光熱水費 | | | | |
| 通信運搬費 | | | | |
| 印刷製本費 | | | | |
| 旅費交通費 | | | | |
| 報酬・委託料 | | | | |
| 計 | 1,439,662 | | | |
| ア ル バ イ ト 関 係 支 出 | | | | |
| 人件費支出 (兼務職員) | | | | |
| 教育研究経費支出 | | | | |
| 計 | 0 | | | |
| 設 備 関 係 支 出 (1個又は1組の価格が500万円未満のもの) | | | | |
| 教育研究用機器備品 | 2,350,358 | EMR-9ヘッドユニット スポーツグラス | 1,539,000 | 視線計測用 |
| | | ノートパソコン | 388,800 | 解析用 |
| | | その他 | 422,558 | デジタル一眼レフカメラ、電子天秤、作業台 |
| 図 書 | | | | |
| 計 | 2,350,358 | | | |
| 研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出 | | | | |
| リサーチ・アシスタント | | | | |
| ポスト・ドクター | | | | |
| 研究支援推進経費 | | | | |
| 計 | 0 | | | |

| 年度 | | 平成 29 年度 | | |
|------------------------------------|--------|-----------------|--------|---------------------------------|
| 小科目 | 支出額 | 積算内訳 | | |
| | | 主な使途 | 金額 | 主な内容 |
| 教 育 研 究 経 費 支 出 | | | | |
| 消耗品費 | | | | |
| 光熱水費 | | | | |
| 通信運搬費 | | | | |
| 印刷製本費 | | | | |
| 旅費交通費 | 6,320 | 被験者交通費 | 6,320 | 陶芸専門家の所作解析等 @1,600×1名、@2,360×2名 |
| 報酬・委託料 | 33,411 | 被験者謝金 | 33,411 | 陶芸専門家の所作解析等 @11,137×3名 |
| 計 | 39,731 | | | |
| ア ル バ イ ト 関 係 支 出 | | | | |
| 人件費支出 (兼務職員) | 97,535 | 実験参加アルバイト | 18,960 | 時給790円, 年間時間数24時間 実人数8人 |
| | | 実験補助等アルバイト(大学生) | 17,775 | 時給790円, 年間時間数22.5時間 実人数2人 |
| | | 実験補助等アルバイト(院生) | 60,800 | 時給950円, 年間時間数64時間 実人数1人 |
| 教育研究経費支出 | | | | |
| 計 | 97,535 | | | |
| 設 備 関 係 支 出 (1個又は1組の価格が500万円未満のもの) | | | | |
| 教育研究用機器備品 | | | | |
| 図 書 | | | | |
| 計 | 0 | | | |
| 研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出 | | | | |
| リサーチ・アシスタント | | | | |
| ポスト・ドクター | | | | |
| 研究支援推進経費 | | | | |
| 計 | 0 | | | |

第 2 章

研究の概要

本研究の目的

伝統工芸や文化財の保存や修復に関する技術に関しては、例えば、「増裏打ち」と呼ばれる掛軸装の仕立ての工程に関して、熟練者（経験年数 20 年以上）と非熟練者（経験年数 4 年）の刷毛の使い方（打刷毛作業）の動作解析が行われ、熟練者と非熟練者には動作に差異が認められることが示されている（岡・濱田・成田・後藤・高井，2014；岡・後藤・高井，2015）。これまで、伝統工芸等の技術に関する運動的、認知的差異に関する実証的な研究は行われるようになってきたものの、いまだ「陶芸」の分野では研究がほとんど行われていない。

「陶芸」を中心とした伝統工芸の分野では、「見て学ぶ」という技術継承が行われることが多いとされる。土を練る作業と一言と言っても、その所作は言語的な表現・伝達が困難要素を含む、複雑なものであると考えられる。陶芸の様々な工程の中で、データの収集・解析を行う対象として注目するのは、土を練り、空気をなくすための作業である「菊練り」工程とした。この工程は、陶芸における基礎的な作業とされている。粘土をろくろに載せて成型をするには、その粘土から空気が抜けている必要がある。空気を抜いた状態になるまで土を練ることで、ろくろに載せることができる。また、ろくろを使わないとしても、空気が含まれた土で成形を行った場合、焼き上がりの際に割れることもある。以上の点からより高い陶芸技術を習得していくためには、この菊練りの作業を習得することが基本となる。

このような陶芸における基礎的な技術（ここでは菊練り）における熟練者と非熟練者（学習者）の所作が、運動的な側面でどのように異なるのかを実証的に検討することを本研究では目指した（研究 1）。具体的には、所作を行う際の身体の動きに注目し、菊練りの作業において、熟練者らがどのように身体を動かし、体重移動を行っているのか、また、練る際のリズム（周期）はどのようなものなのかを数量的に分析を行うこととした。さらに、菊練り後の成果物において、成果物内の気泡の有無を検討することで、熟練者と非熟練者の違いが認められるかについて検討を行うこととした（研究 2）。経験のレベルによって、身体の動きやリズムに差異が見られ、またその身体の動きの差異が菊練りの成果物の完成度に関連していることが示されれば、菊練り作業を習得するために必要な身体の動かし方が存在することが示唆されよう。

研究 1、研究 2 によって得られた陶芸初学者にとって初期に習得する必要がある「菊練り」の技術における運動的な要因に関する知見をもとに、陶芸初学者にとって、菊練りの習得がこれまでよりも容易になるような学習プログラムの開発（研究 3）を目指すこととした。

参考文献

- 岡 泰央・濱田智恵子・後藤彰彦・高井由佳（2014）増裏打ち作業の工程分析と眼球運動について，文化財保存修復学会第36回大会研究発表要旨集，東京，32-33.
- 岡 泰央・後藤彰彦・高井由佳（2015）増裏打ち工程における打刷毛作業の動作解析，文化財保存修復学会第36回大会研究発表要旨集，京都，52-53.

研究 1

陶芸における「菊練り」動作の解析

藤原勝夫¹⁾・外山 寛¹⁾・佐藤文亮²⁾・清田直恵¹⁾・中村 天³⁾・兵頭 彩³⁾

(¹⁾ 金沢学院大学人間健康学部; ²⁾ 札幌国際大学スポーツ人間学部; ³⁾ 金沢学院大学大学院スポーツ健康学研究科)

目的

「菊練り」の作業において、身体がどのように使われているのかを実証的に把握し、陶芸の経験レベルによって、動作に違いがあるのか検討することを目的とした。

方法

実験参加者

実験参加者は、20年以上の陶芸の経験を持つ者4名（以下、熟練者）、陶芸の経験が1年～5年の学生6名（経験者）、および陶芸をこれまで一度も経験したことのない学生6名（初心者）の16名であった。全ての実験参加者は神経学的及び整形学的疾患を有していなかった。ヘルシンキ宣言に基づき、実験手順の説明を行った後、インフォームドコンセントを得た。なお、本実験に際しては金沢学院大学倫理委員会の承認を得た。各群の年齢、身長、体重、足長の平均値と標準偏差（*SD*）を表1に示した。

表 1 実験参加者の情報

| | 熟練者 | 経験者 | 初心者 |
|---------|------------|-----------|-----------|
| 年齢 (歳) | 44.8±3.3 | 20.8±1.0 | 20.3±0.5 |
| 身長 (cm) | 168.1±11.7 | 160.7±9.8 | 161.1±6.0 |
| 体重 (kg) | 66.2±15.1 | 59.4±14.7 | 73.9±22.4 |
| 足長 (cm) | 25.2±1.7 | 24.1±2.2 | 24.5±2.4 |

実験装置

左右および前後方向の圧中心（CoPap, CoPml）および垂直方向の力（Fz）の変化を捉えるために、2つの床反力計（50 cm × 50 cm; FPA34, Electro Design, Japan）を床面および練り台上に設置した。練り台は高さ調節が可能であり、各実験参加者が練り動作を実施しやすい高さに設定した。熟練者、経験者、初心者の練り台の高さは、それぞれ地上から70.8±1.5 cm、74.6±3.1 cm、73.2±3.7cmであった。

菊練り動作時の上肢の関節角度を測定するために、直径1.3cmの反射マーカを身体右側の肩峰、上腕骨外側上果、内側上果、外側茎状突起、内側茎状突起の5点に取り付

けた（図 1）。これらのマーカーは、8 台の高速カメラ（EX-F1, Casio computer, Japan）を用いて 300 フレーム/秒で撮影された（図 2）。また、後の分析にてその他の電気信号との同期を図るために、練り台の付近に LED ライトを設置した。いずれのカメラも、実験参加者を中心に撮影し、角度計算に必要なマーカーおよび LED ライトが捉えられるように設置した。

床反力計および LED からの信号は、A/D 変換器（ADA16-32/2（CB）F; Contec, Japan）を介して、16 ビットの分解能、1KHz でコンピューター（DIMENSION E521, Dell Japan, Japan）に送られた。これらの信号は、Vital recorder II（Kissei Comtec, Japan）を用いて記録された。



図 1 測定風景

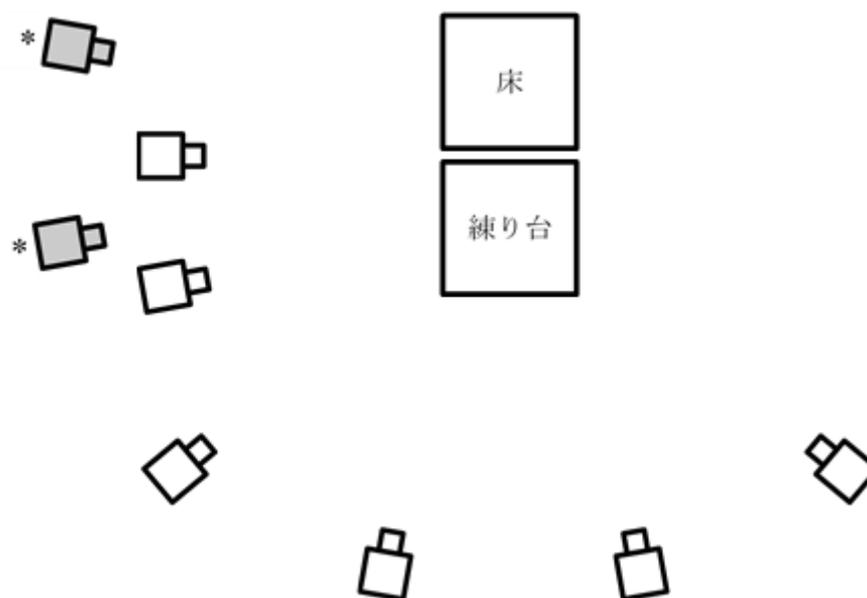


図 2 測定時のカメラ配置（*は高所に設置したカメラを示す）

手順

裸足の実験参加者は、取りやすい足位にて床反力計上で立位を保持し、練り台上の粘土（円柱形：直径 12 c m × 高さ 13 ~ 15 c m, 3kg、信楽産の水簸^{すいひ}粘土）を用いて、100 回の菊練り動作を実施した（図 3）。初心者は、事前に熟練者の菊練り動作のデモンストレーションを 10 分程度観察した後、熟練者の教示を受け、菊練りの動作を開始した。なお、熟練者からは「菊練りは土に入っている空気を抜くための作業です。左手はただ手前に引っ張るだけ、右手の“ここ”（親指の付け根を指す）で押ししてください」という教示がなされた。このとき指し示した部分は、右手の母指球および手根であった。



図 3 粘土（左：菊練り前、中央：熟練者の菊練り後、右：初心者の菊練り後）

データ分析

全てのデータ分析は、91 試行目から 95 試行目までの 5 試行を対象とした。初めに、練り台上の CoPap および Fz の波形、およびそれらの微分波形を参考に、試行の開始時点と終了時点を同定した。開始時点は、CoPap の最小時点付近にある Fz の増加開始時点とした。終了時点は、Fz の最小時点付近にある CoPap の急峻な後方変位開始時点とした。

各試行において、練り台上の Fz の最大ピークを同定した。そのピーク間隔の平均値を菊練り動作の周期と定義した。そのピーク間隔の標準偏差を平均値で除すことにより、変動係数を算出した。加えて、その最大ピーク電位から荷重量を同定し、実験参加者の体重で除した（最大荷重率）。また、床面上の Fz の最小値を求め、実験参加者の体重で除して最小荷重率を算出した。

各試行の練り台上の CoPml および CoPap のデータを用いて、菊練り動作の運動軌跡波形を作成した (X 軸 : CoPml, Y 軸 : CoPap) (図 4)。その波形から、最後方、最前方、最左方、および最右方点の座標を同定し、前後変位および左右変位を算出した。また、最後方点の X 座標に対する左方変位および右方変位を求めた。

反射マーカーを撮影した動画は、ビデオ編集ソフト (Corel Video Studio12, COREL, Japan) を用いて 100 フレーム / 秒にリサンプリングした。その後、3次元動画計測ソフトウェア (Move-tr / 3D, Library, Japan) を用いて、各反射マーカーの x 座標、y 座標、および z 座標を算出した。三次元動作解析により得られた X、Y、Z 座標から、Excel 2013 software (Microsoft, Japan) を用いて、肘関節角度および前腕の回内角度を算出した (図 5)。肘関節角度は、肩峰点と上腕骨内外側上果の midpoint を結ぶ線と、上腕骨内外側上果の midpoint と内外側茎状突起の midpoint を結ぶ線がなす角とした。前腕の回内角度は、上腕骨内外側上果を結ぶ線と内外側茎状突起を結ぶ線がなす角とした。角度の算出は、空間座標を基に以下の式を用いて算出した ;

$$\cos\theta = \frac{a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3}{\{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2\}^{1/2} * \{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2\}^{1/2}}$$

$$\text{角度} = \text{ACOS}(\cos \theta) * 57.3$$

($a_1 \cdot 2 \cdot 3$ 、 $b_1 \cdot 2 \cdot 3$: X, Y, Z 座標を基に算出した空間座標)

算出した数値を基に各角度波形を作成し、圧中心のデータと同期させた。角度波形には、5Hz のローパスフィルタに相当する 9 点単純移動平均をかけた。1 試行において、Fz ピーク値付近にみられる肘関節最大伸展角 (肘関節伸展角)、最大伸展後の最大回内角、および最大回内後の最大回外角を同定した。回内運動角度は、最大回内角と最大回外角の差とした。

1 試行の周期と変動係数を除く全てのデータは、5 試行の平均値を実験参加者の代表値とした。圧中心および角度波形の分析には、BIMUTAS II (Kissei Comtec, Japan) ソフトを用いた。

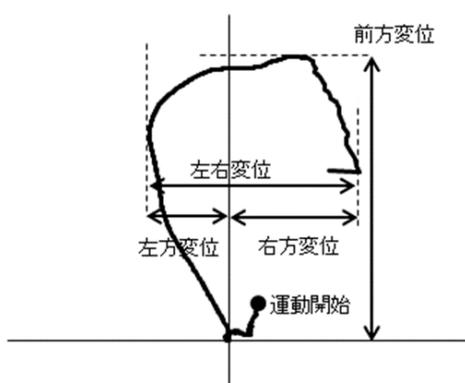


図 4 上肢の運動軌跡の分析方法

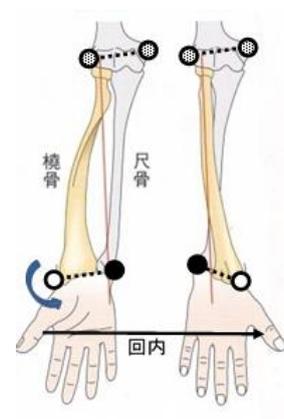


図 5 前腕回内動作

統計解析

熟練者群、経験者群、および初心者群の各分析項目について等分散検定を実施した後、等分散が確認された項目に対して一元配置分散分析を実施した。群の有意な効果が認められた項目ではさらに、Tukey-HSD法を用いて多重比較検定を実施した。分散が有意に異なる項目に対しては、Welch法による一元配置分散分析を実施し、群の有意な効果が認められた場合にはその後、Games-Howell法による多重比較検定を実施した。全ての統計処理は、SPSS 19 (SPSS, Japan) を用いて行った。有意水準は、 $p < 0.05$ とした。

結果

菊練り動作の周期

100回の菊練り動作に要した時間は、熟練者、経験者、および初心者でそれぞれ 79 ± 24 s、 115 ± 17 s、および 211 ± 6 s であり、熟練者、経験者、初心者の順に有意に短かった ($F(2,13) = 92.0$, $p < 0.01$)。熟練者、経験者、初心者の菊練り動作の周期は、それぞれ 787.8 ± 236.6 ms、 1078.3 ± 139.0 ms、 2093.7 ± 1225.2 ms であり、熟練者、経験者、初心者の順に有意に短かった ($F(2,13) = 94.9$, $p < 0.001$; 図 6)。

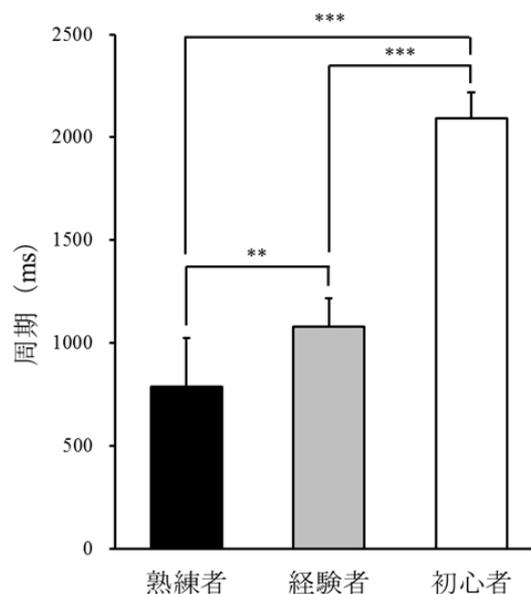


図 6 菊練り動作の周期

また、その周期の変動係数はそれぞれ 8.1 ± 3.7 、 8.0 ± 6.3 、 14.3 ± 4.7 であり、初心者でもっとも大きかった（図 7）。このときの練り台における最大荷重率と床の最小荷重率には、群間による違いが認められなかった（図 8）。

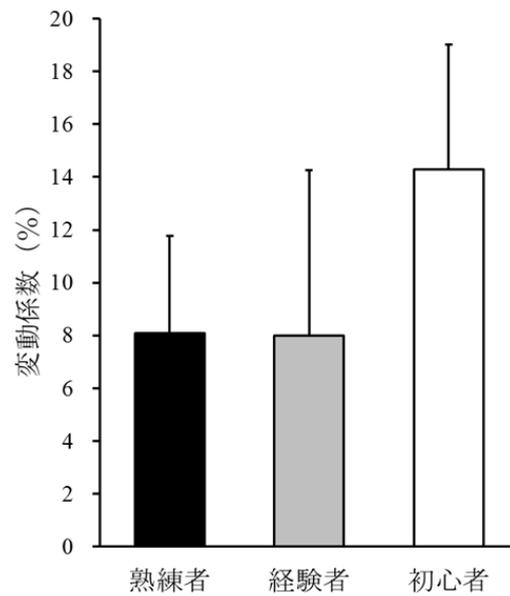


図 7 菊練り動作の周期の変動係数

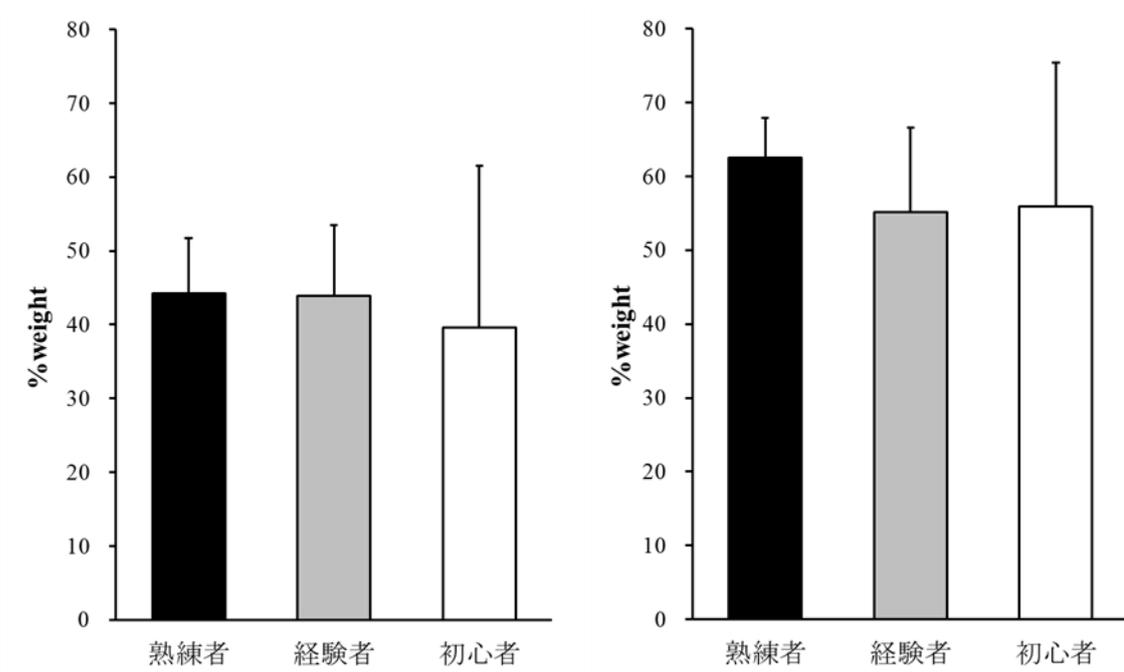


図 8 練台上の最大荷重率（左）および床上の最小荷重率（右）

圧中心の運動軌跡

熟練者と初心者における菊練り動作時の練り台での圧中心の運動軌跡をそれぞれ示す（熟練者：図 9 上段、初心者：図 9 下段）。熟練者では練り動作開始後、大きく円弧を描くように圧中心が移動し、比較的一致した波形を示した。しかしながら、初心者では前後および左右への圧中心の移動が小さく、その移動は直線的であり、試行毎の変動が大きかった。

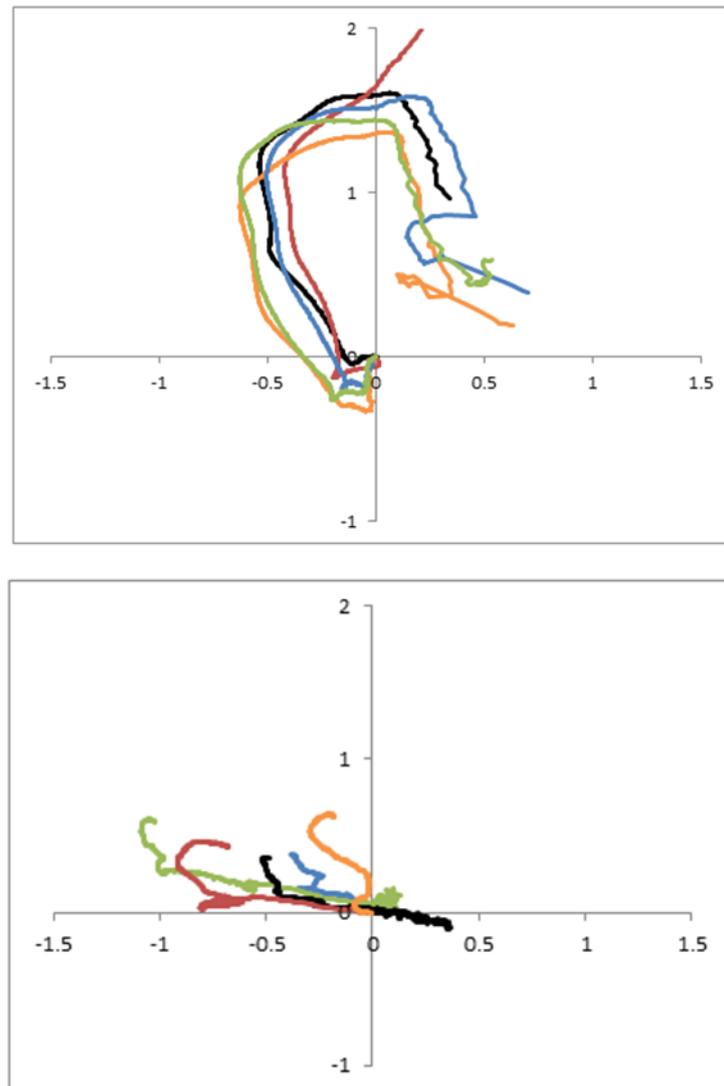


図 9 上肢の運動軌跡の代表波形（上段：熟練者、下段：初心者 各 5 試行）

これらの圧中心の移動の様相を比較するために、菊練り動作開始後の練り台の圧中心の前後方向および左右方向の最大変位量を算出した。熟練者、経験者、初心者の練り台の圧中心の最大変位量は、前後変位でそれぞれ 18.0 ± 1.3 cm、 14.6 ± 3.1 cm、 8.1 ± 5.3 cm

(図 10)、左右変位でそれぞれ 10.0 ± 3.7 cm、 9.39 ± 1.7 cm、 5.0 ± 2.4 cm であった (図 10)。前後・左右変位ともに、熟練者よりも初心者で有意に小さかった。(前後変位： $F(2,8.2) = 10.39, p < 0.01$; 左右変位： $F(2,13) = 6.01, p < 0.05$)。右方変位は、熟練者、経験者、初心者の順で小さくなり、熟練者が経験者および初心者に比べて有意に大きかった ($F(2,13) = 6.46, p < 0.05$) (図 11)。一方、左方向には群による違いが認められなかった。

また、経験者のうち、試行後の菊練りの成果物における完成度が最も高い者と低い者¹のデータを比較した。前方変位、左変位、右変位はそれぞれ、前者が $16.4, 2.7, 6.0$ cm なのに対し、後者は $9.9, 8.1, -0.2$ cm であった。

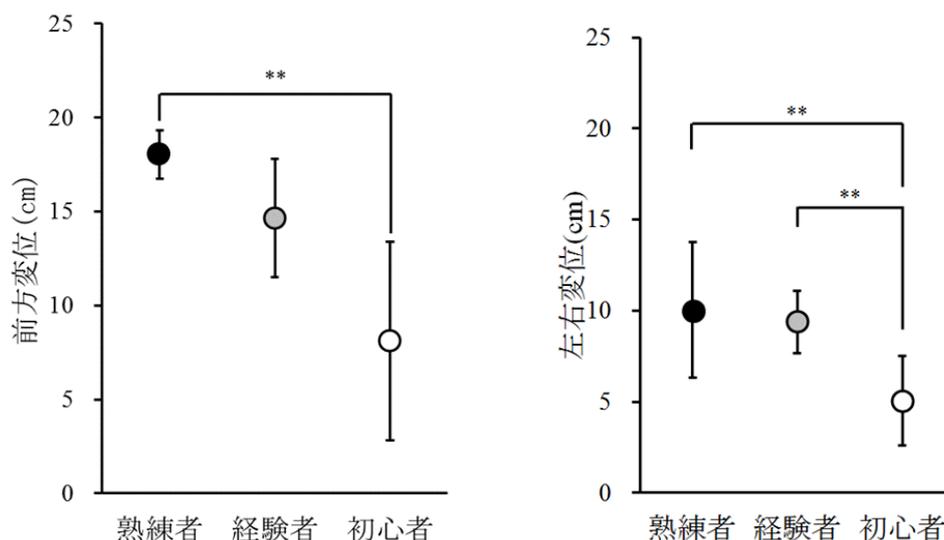


図 10 上肢運動の前方変位 (左) および左右変位 (右)

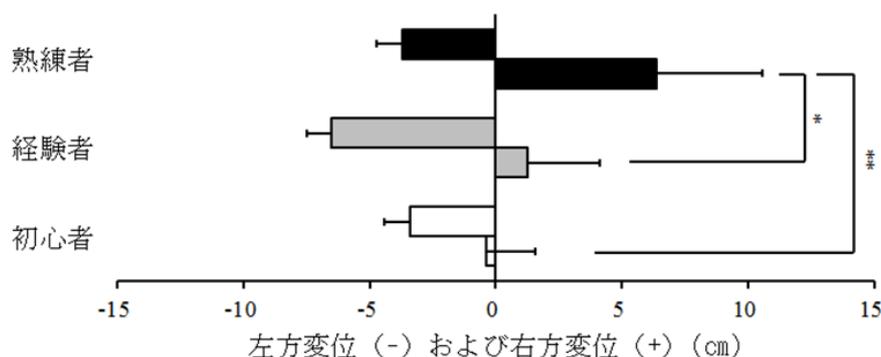


図 11 上肢運動の左方変位および右方変位

¹ 菊練りの成果物に関する検討の詳細は研究 2 を参照

前腕部の回内動作

動作解析の結果、熟練者には前腕部に顕著な回内動作が認められた。一方、初心者では6名中2名しか回内動作が認められなかった。熟練者、経験者、初心者の回内運動角は、それぞれ $18.3 \pm 6.1^\circ$ 、 $17.5 \pm 6.2^\circ$ 、 $14.7 \pm 7.9^\circ$ であり、熟練者がもっとも大きかった（図 12）。肘関節伸展角は、熟練者では大きいのに対し、初心者では小さく、かつ個人差が大きかった（図 13）。（熟練者： $149.2 \pm 5.7^\circ$ 、経験者： $154.1 \pm 3.1^\circ$ 、初心者： $141.8 \pm 3.2^\circ$ ）。

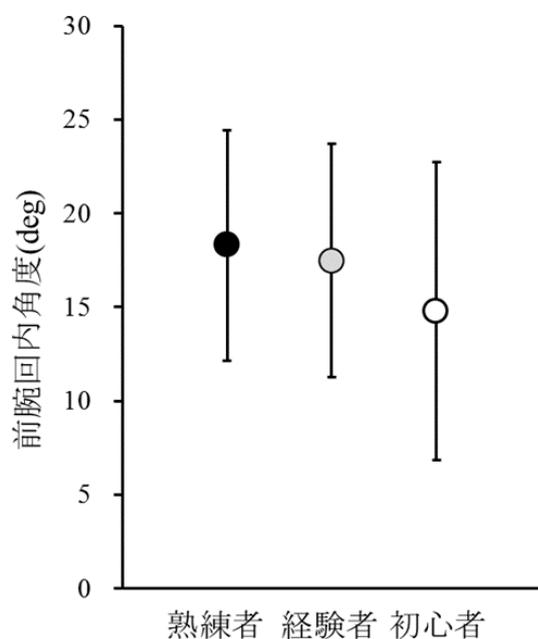


図 12 前腕回内運動角

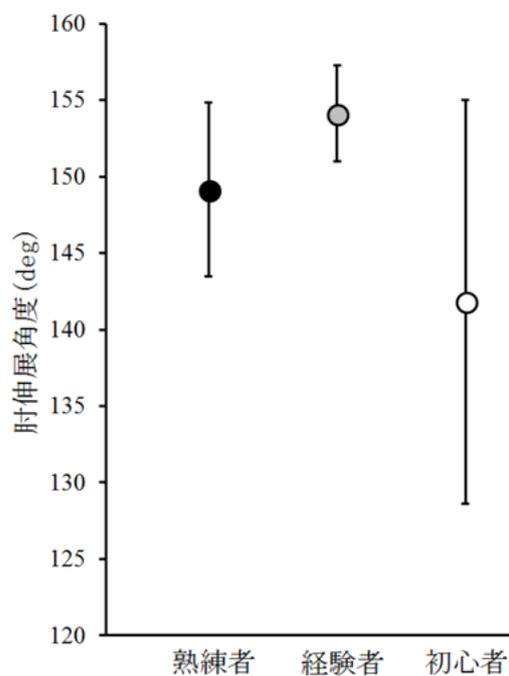


図 13 肘関節伸展角度

考察

菊練りの主な目的は、粘土に含まれる空気をなくすことである。そのために、粘土を練って外側へ伸ばし、空気を表面へ押し出してつぶす動作が重要であると考えられる。実験参加者の菊練り動作を観察すると、熟練者および経験者では、初めに右腕で肘関節を伸展させながら斜め前方へ粘土を押し出し、その後両腕で粘土を手前に引き下げていた。押し出しの最終局面では、前腕の回内運動が認められた。これに関連して、練り台上の圧中心は、熟練者では練り動作開始後、大きく円弧を描くように移動し、試行間で比較的一致した波形を示した。一方、初心者では前後および左右への圧中心の移動が小さく、その移動は直線的であり、試行毎の変動が大きかった。この圧中心は、練り台に加えられた力の作用点である（藤原と池上，1984）。実際、熟練者の前後変位および左右変位は、初心者のそれらの比べて有意に大きかった。特に、右方変位が大きい傾向にあった。特に、右方変位は、熟練者において、有意に大きかった。

経験者の間でも、練り台上の圧中心の運動軌跡が熟練者に近い者では、顕著な前方移動と右方移動が認められた。それに対して、経験者においても、その軌跡の前方移動が著しく小さく、かつ右方移動が皆無である者も認められた。その者は、菊練りに大きな気泡が認められ、すり込みが十分になされていなかった。

また、肘関節伸展角および前腕回内運動角は、熟練者で大きい傾向が認められた。ただし、練り台への最大荷重率および床の最小荷重率に群間の差異は認められなかった。熟練者と初心者の菊練り動作における運動学的差異は、全身の体重移動というよりは肘関節の伸展運動による前方への大きな力発揮と、前腕の回内運動による右側方への力発揮であると考えられた。特に回内運動は、熟練者および経験者では全員に認められたが、初心者では6名中2名にしか認められなかった。

以上のことから、菊練り動作の指導においては、前方移動と前腕の回内運動による右側方へのすり込み動作を強調する必要があると考えられる。菊練り動作の指導においては、この前腕の回内運動を強調する必要があるのかもしれない。

これら一連の動作は、熟練者では滑らかに、かつリズムカルになされていた。一方初心者では、運動範囲が小さく、1回1回の動作やそれに要する時間のバラつきが大きかった。動作は、熟練するに従って自動化される（Paillard, 1960）。自動化されると、一定した動作が可能となり、その動作時間は短くなる。菊練り動作100試行の所要時間および1試行の周期は、熟練者群、経験者群、初心者群の順に有意に短かった。また、周期の変動係数は、初心者群で大きい傾向が認められた。熟練者群の菊練り動作は、自動化された動作であることが確認された。

一方、熟練者において、右方への運動開始が早い実験参加者（女性）が認められた。その実験参加者は、上腕の内旋と前腕の回内を用いて右方運動を行い、運動周期は特に短かった。ここに熟練者間での技術の差異があるものと考えられる。これは今後の検討課題とする。

参考文献

藤原勝夫, 池上晴夫. (1984) 床振動時の立位姿勢の応答特性. 体育学研究, 29 (3), 251-261.

Paillard J. (1960) The patterning of skilled movements. In., Handbook of physiology, section1: Neurophysiology (Field, J. Ed), American Physiological Society, Washington, 1969-1708.

研究 2

「菊練り」後の成果物の評価の検討

中村晋也（金沢学院大学 文学部）

目的

陶芸における土を練る作業には、主として「荒練り」と「菊練り」の練り方がある。前者の主な目的は粘土の硬さを均一にすることであり、後者のそれは粘土中に含まれる気泡を取り除くことにある。つまり「菊練り」がなされた粘土においては、空気が抜けている（気泡がない状態になっている）ことが必要となる。従って、菊練りの目的である粘土中に含まれる気泡を抜くということに従えば、菊練りが習得されている場合には、成果物内に全く気泡（空隙）が全く認められない状態になる。一方、成果物内に一つでも空隙が存在していた場合には、菊練りが完全に習得されているとは言えないことを意味する。

本研究で測定対象とした動作は菊練りであり、練りあがった成果物（粘土）に対する評価の指標は、練りあがり後の内部空隙の有無で判断することとした。本来は、CT 撮影による三次元透過データにより、空隙体積の比較による定量的解析を行うことが妥当と考えられるが、今回は機器の都合上、目視による空隙の有無からの定性的解析による評価とした。

方法

菊練りが終了した試料に対して、糸を用いて厚さ約 1 cm で連続切断を行い、粘土内部に存在する空隙の有無を目視で確認した（図 1、2）。

なお、本研究で使用した資料（菊練り後の成果物）は、「陶芸における「菊練り」動作の解析」の実験に参加した実験参加者（熟練者 4 名、経験者 6 名、初心者 6 名）のものであった。



図 1 試料の切断



図 2 連続切断後の状態

結果

熟練者 4 名の試料については、全ての実験参加者の試料のどの部分にも空隙が認められなかった。また、外観も整った菊花の文様が表現されているのも共通する点であった。



図 3 熟練者 A の試料断面



図 4 熟練者 A の試料概観

また、経験者 6 名の試料については、空隙が全く認められない経験者 A から（図 5）、複数の空隙が認められる経験者 B まで（図 6）、群の中でも実験参加者ごとにバラつきが認められる結果となった。また、試料の外観についても、経験者 A の試料は整った菊花の文様（図 7）が表現されているのに対し、経験者 B のそれは菊花の文様が十分に形成されていない様子（図 8）が認められた。



図 5 経験者 A の試料断面

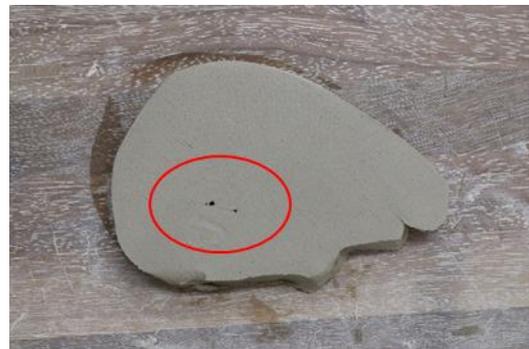


図 6 経験者 B の試料断面



図 7 経験者 A の試料概観



図 8 経験者 B の試料概観

さらに、初心者 6 名の試料については、全実験参加者の試料において複数の空隙が認められた（図 9）。また、形が不揃いなためスライス数が異なり、一概に比較ができない点是否めないが、経験者の試料に比べて大きな空隙が存在し、空隙の数も多い傾向にあった。試料の外観も歪であり、菊花の文様には程遠いものばかりであった（図 10）。

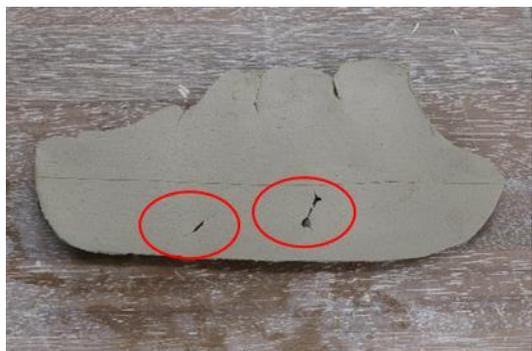


図 9 初心者 A の試料断面



図 10 初心者 A の試料概観

考察

熟練者、初心者の成果物を比較した結果、まず熟練者の試料には空隙が認められず、菊練りの主たる目的である「空気を押し出すこと」が完全になされており、菊練りが完全に習得されていると評価できる。これに対して初心者の試料については、全実験参加者において空隙が複数認められる結果となり、空気を押し出すことが十分にできていないことが示された。

一方、経験者の試料については、実験参加者によって全く空隙が認められない試料から、複数の空隙を含むものまでバラつきがあることが確認された。このことから、6 名の経験者には菊練り動作の習熟度に差があることが推察される。6 名の経験者群について、厳密には菊練りの経験期間が異なる実験参加者が混在していたことによる影響が第一に考えられるが、経験期間が 20 年以上の熟練者と比べると、その経験期間の差は少ない。つまり、前章で述べた熟練者と初心者の間で見られた菊練り動作における運動学的差異の特徴を基準に考えた場合、それを数年で熟練者に近い状態まで習得した者と、初心者の動作に類似し菊練りのポイントとなる動作を習得しきれていない者が混在している可能性が示唆される。

さらに研究 1 の結果と合わせて考察を行うと、経験者のうち全く空隙が認められなかった者の練り台上の圧中心の運動軌跡の変化は熟練者のものと類似したものであり、経験者のうち空隙が多く認められた者の圧中心の運動軌跡の変化は初心者のものと類似していた。このことから、菊練りの動作とその成果物には関連があることが示唆されると言えよう。

また、熟練者、経験者、初心者を通じて、試料概観に整った菊花文様が成形されている

かという点と、内部空隙の大小や存在個数の多少の間には相関関係がある傾向が見て取れた。つまり、熟練者の菊練りに認められた滑らかで、かつリズムカルな動作の結果が、整った菊花文様の成形という形で外観に表れると仮定すると、結果として菊練り作業として求められる「空気を押し出すこと」がなされているか否かを外観から推し量る一つの指標になる可能性があると考ええる。

研究 3

「菊練り」の学習プログラムの開発に向けての検討

中崎崇志¹⁾・羽場文彦²⁾・前川浩子¹⁾・大滝宏一¹⁾・坂東貴夫¹⁾・市島桜魚²⁾

(¹⁾ 金沢学院大学文学部；²⁾ 金沢学院大学芸術学部)

伝統工芸に限らず、「見て学ぶ」ことによって習得される技能は数多い。これは、多くの場合、熟練者が持つ種々のノウハウや「こつ」といった技能的要諦が、言語的な伝達・教示では十分に伝わらないことに起因する。このような身体運動や操作の技能などは、長期記憶のうち手続き記憶 *procedural memory* と呼ばれる記憶として蓄積されていることがわかっている。

技能的要諦は手続き記憶として定着しているために、言語的教示では、これから習得を開始する初心者や、習得の途上にある経験者等に対してすべてを教示することが難しい。そのため、初心者や経験者は、技能を実演する技能熟練者を観察し、その後に技能の実践を繰り返して習得する。手続き記憶は「定着に時間がかかる代わりに、消失しにくい」記憶であるので、技能の定着には実践の反復が不可欠である。同時に、実践の反復によって、その技能を行う際の身体動作の外見的な型（トポグラフィ）も洗練され、その動作の機能が十分に発揮される特定の型へと収束する（e.g., Thompson & Lubinski, 1986）。動作のぎごちなさや不自然さが消失し、外見的にも時間的にも動作が速やかに進行するように変容する。この過程は技能学習と呼ばれる。

本研究で取り上げた「菊練り」の技能も、技能学習によって習得される手続き記憶である。例えば、初心者と技能熟練者の1回の練り動作に必要な時間には有意差があり、技能熟練者の動作時間は有意に短かった。初心者では、動作時間が長いだけでなく、試行ごとの時間にもばらつきが見られた（研究1）。さらに、技能熟練者は初心者よりも短い時間で、精度の高い成果物を完成させていた（研究2）。つまり、技能熟練者の動作は、無駄なく進行し、空気を抜いて空隙をなくすという目的を速やかに達成していると言える。

これらの観点から、初心者や経験者の学習過程を考慮した技能習得・向上のプログラムとして、以下のような特徴を含めたプログラムが考えられる。

1. 動作の技能的要諦の言語的伝達

技能熟練者の「菊練り」動作時の練り台での圧中心の運動軌跡（図1）は、右回りの縦に長い楕円形を描いている。この楕円状の軌跡は、動作解析の結果から、前腕部の回内運動および肘関節の伸展と関わっている可能性が高いことが示唆される。したがって、利き手側（粘土を練る側）の動作の技能的要諦の1つとして、回内運動と、それと同時に生じる肘関節伸展を教示することが挙げられる。

回内運動と肘関節伸展を組み合わせたこの動作の目的は、粘土と練り台が接する面を拡大することにある。初心者の圧中心の軌跡（図 1 下段）は、動作が左右方向の往復運動のようになっていることを示している。これは、手のひらをまっすぐ粘土に押しつけてつぶす動作が主となっていると推測される。したがって、初心者では、練り台に接する粘土の表面積が小さくなる。一方、技能熟練者の動作では、意識的に「粘土を回す」ことなく、自然と回転させることができているため、練り台に接する粘土の表面積が大きくなる。菊練りの際に空気が抜けるのは、練り台に接する面からであるため、回内運動と肘関節伸展によって、練り台と粘土が接する面を拡大するような動作が必要であると伝達することが効果的であろう。

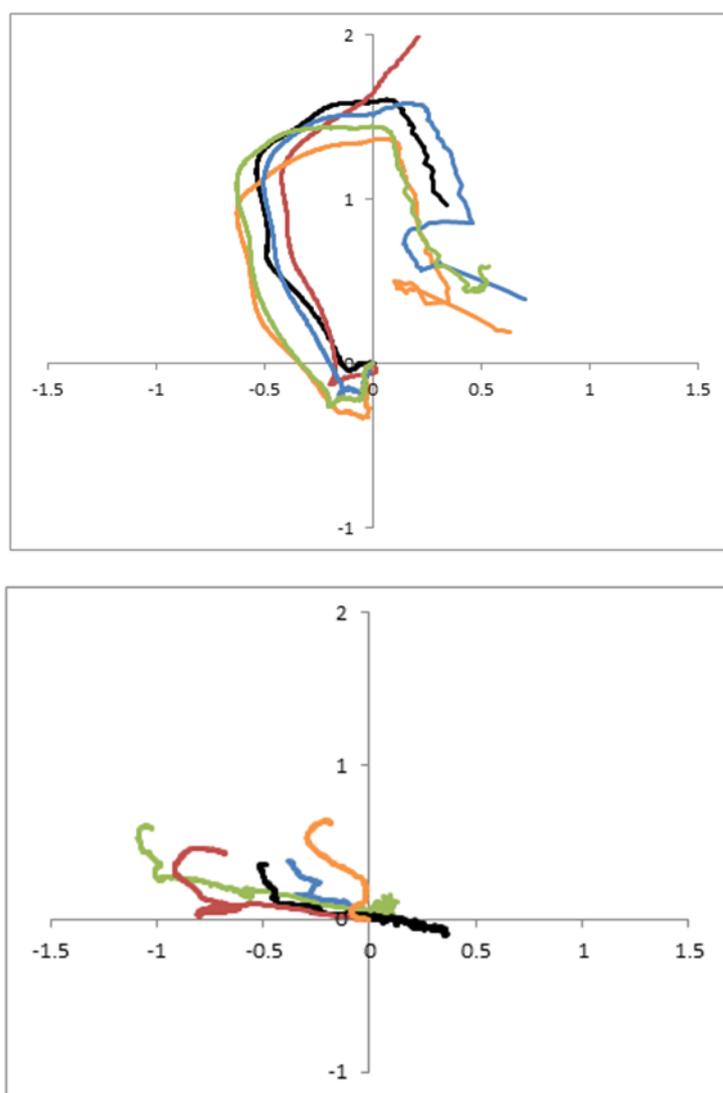


図 1 上肢の運動軌跡の代表波形（上段：熟練者、下段：初心者 各 5 試行）

※研究 1 図 9 を再掲

以上のような動作の技能的要諦を具体的な教示に置き換えると、右利きの場合、
『動作主から見て、自分の手のひらの親指が上になるように構えた右手のひらを、
手首を返すように倒して粘土をつぶしつつ、肘を伸ばして粘土を自分のやや右
斜め前方へ押し出すような動作』

というような教示になる。「菊練り」初心者へ指導の際、「粘土を回してはいけない」という言語教示が一般的に与えられるが、むしろ技能的要諦を強調すべきであろう。技能的要諦を強調すれば、次項に述べる観察を経て、実際に動作を反復させることで習得が速やかに進行すると考えられる。

さらに、より適切な回内運動を生じさせるためには、言語的教示のみならず視覚的に運動が生じていることを確認できる手段が有効である。そこで、回内運動を意識づけるため、粘土を練る利き手側の2ヶ所にシールを貼って動作を行わせる(図2)。粘土を練る手の手首の親指側と小指側にそれぞれ1枚ずつシールを貼りつける。図2のようにシールを貼れば、回内動作開始前と1動作の終了時点で見えているシールの色が変わる。動作開始前は親指側の青いシールが見え(図2左)、動作を開始して手首を返すと小指側の赤いシールが見えるようになる(図2右)。動作主から見えているシールが常に青または常に赤であれば、回内運動が生じておらず、手首が固定されたまま粘土を押しつけている動作であることがわかる。

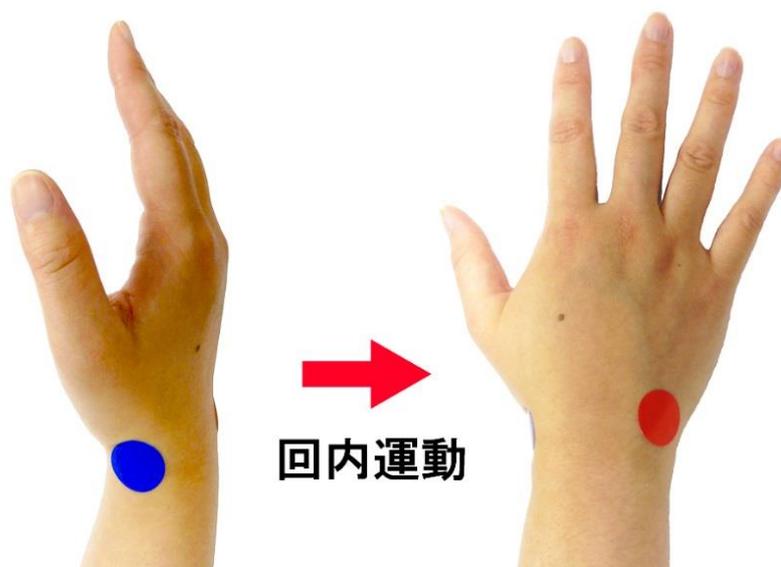


図2 言語教示の視覚的補完のためのシールを貼った状態
(左は動作開始前、右は1動作終了時を示す)

2. 観察の視点の工夫

ある動作を行っているモデルまたは動作中のモデルを撮影した映像の観察を通して、その動作を習得する学習過程は、「モデリング」と呼ばれている。既述の通り、技能学習では動作の要諦を含めたすべての要素を言語的に教示することはできないため、モデルを提示して学習させるプロセスが必要である。このとき、モデルを観察する視点としてふさわしいのは、どこであろうか。

モデルの動作を正面から観察する場合、モデルの動作が水平方向と垂直方向の成分のみで再現可能であれば、観察した動作の左右を反転させればよい。しかし、技能熟練者の「菊練り」動作は、粘土を練る利き手の回内運動と肘関節の伸展、および粘土を支える非利き手の粘土を引き起こす動作で構成されている。すなわち、水平方向と垂直方向に加え、前後方向の成分を含む3次元の動作である。Ishikura & Inomata (1998) は、3次元方向への要素を含むモデルの動作を観察後に再現させるとき、モデルの正面から観察する条件とモデルの背後から観察する条件を比較し、モデルの背後から観察する条件の方がより多くの動作を再現できたと述べている。「菊練り」も同様に、学習者がモデルの背後から観察する方が、よりモデリングによる学習の効果を高めることができる動作であると言えるだろう。

直接観察することが不可能な場合は、映像の観察による学習で代替できる。最近では CCD を用いたコンパクトなウェアラブルカメラが普及しており、カメラを装着した人物の視点から見た映像を撮影することができる。また、ビデオカメラも小型化しており、動作者の動作を妨害することなく、背後から撮影することも可能である。

3. 作業環境

先述の通り、技能熟練者の練り台での圧中心の運動軌跡は、ほぼ同一の楕円状となった。同じ重さ、同じ素材（粘土）を用いて、ほぼ同じような動作が再現されていると言える。これは、「菊練り」動作がどの技能熟練者でも似通っていることを示唆している。このことから、「菊練り」動作の型は経験を積むことによって洗練され、固定化されるだけでなく、多少の個人差はあるにせよ、誰もが非常に似通った型を示すように収束していく可能性が考えられる。また、測定対象となった技能熟練者の身長には約 20cm の幅があったが、いずれも同じような型で動作をしているとすれば、それを可能にする要因があるはずである。

その要因となる可能性として、作業環境の設定、特に練り台の高さが考えられる。測定対象となった技能熟練者の平均身長は、初心者や経験者よりも高く、ばらつきも大きくなったため、作業時に練り台の高さを調節している。これが、動作の固定化した型を発揮しやすい環境を作ったとするならば、初心者が学習する際にも、自身の身体や動作に適した練り台の高さを発見することが、技能の速やかな習得の一助となる可能性が考えられる。

参考文献

- Ishikura, T., & Inomata, K. (1998) An attempt to distinguish between two reversal processing strategies for learning modeled motor skill. *Perceptual and Motor Skills*, **86**, 1007-1015.
- Thompson, T. & Lubinski, D. (1986) Units of analysis and kinetic structure of behavioral repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **46**, 219-242.

まとめと今後の展望

本プロジェクトにおける測定から、これまで言語で表現することが困難であった「菊練り」において、身体がどのように使われ、そして、その身体の使い方によって、本来の菊練りの目的である粘土内に含まれる空気をなくすという結果につながっていることが明らかになった。

熟練者と経験者では、初めに右腕で肘関節を伸展させながら斜め前方へ粘土を押し出し、その後両腕で粘土を手前に引き下げていた。押し出しの最終局面では、前腕の回内運動が認められた。これに関連して、練り台上の圧中心は、熟練者では練り動作開始後、大きく円弧を描くように移動し、試行間で比較的一致した波形を示した。それに対して、初心者では前後および左右への圧中心の移動が小さく、その移動は直線的であり、試行毎の変動が大きかった。

さらに、成果物の評価からは上記のように身体を使っている熟練者では、成果物内に空隙が全く認められず、菊練りの目的が達成されていたのに対し、初心者では空隙が多く見られた。経験者の成果物評価にはばらつきがあり、全く空隙のない者から初心者と同じ程度の空隙が見られた者もいた。この経験者に関しては、空隙のない者は熟練者に類似した身体の動きが見られ、空隙が多く見られた経験者は熟練者の身体の動きとは異なっていた。このことから、身体の動きの特徴とその成果には関連があり、初心者が経験者のレベルになるまでに重要となる点と経験者が熟練者のレベルになるために重要となる点は異なる可能性が考えられる。

以上のことから、「菊練り」には固定化した動作の型があり、それに向けて学習が進む可能性が示唆された。また、「菊練り」動作の技能的要諦は、言語による教示だけでは完全な習得は不可能であり、技能を反復して実践する必要があることも示唆された。

現在の指導者の言語教示は、技能の習得及び向上に対して不十分であり、妨害的に作用している可能性もある。まずは、動作を意識させる適切な言語教示を与えることが重要である。それを支援する情報の入手のために、シールを用いて動作を視覚的に確認しやすくするなどの手段を講じることも必要である。さらには、作業環境の整備が技能の習得及び向上に関わる要素であることも考慮すべきである。

今後は、「動作の技能的要諦の言語的伝達」、「観察の視点の工夫」、「作業環境」の特徴を含めた教示やプログラムが、技能の習得を促進するかどうかに関する効果測定の検討が課題である。また、技能の習得度が、経験量の関数として線形に向上するのか、あるいは向上途中に停滞を伴ったり、熟練の程度が低い状態から急激に完成に近づくなどの段階的な変化を示したりするのかを吟味し、プログラムの改良を進めるための材料を増やしていくことも必要であると考えられる。

第 3 章

研究業績

雑誌論文（予定）

前川浩子・藤原勝夫・外山寛・清田直恵・羽場文彦・中村晋也・中崎崇志（刊行予定）
陶芸における「菊練り」の習得を目指した教育プログラムの開発：「菊練り」動作の解析の観点から，金沢学院大学紀要，第 17 号．

学会発表（予定）

藤原勝夫・外山寛・羽場文彦・前川浩子・中崎崇志・中村晋也・佐藤文亮・清田直恵・
中村 天・兵頭 彩（2018）陶芸における菊練り動作の解析，日本健康行動科学会第
17 回学術大会，金沢学院大学，9 月