

2022年度 3月修了 修士論文

大外刈の釣り手の崩し動作におけるキネマティクスの研究

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科
スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域

5021A023-3

清水 祐希

研究指導教員： 射手矢 岬 教授

目次

I 緒言

1. 柔道の理念・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. 柔道における技術指導・・・・・・・・・・ 2
3. 柔道の指導現場の現状・・・・・・・・・・ 4

II 先行研究

1. 大外刈の研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
2. 崩しの研究・崩しの定義・・・・・・・・ 7
3. 重心動揺について・・・・・・・・・・ 7

III 研究方法

1. 実験対象者・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
2. 実験・分析場所・・・・・・・・・・ 9
3. 実験環境・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
4. 実験設定・・・・・・・・・・・・・・・・ 12
5. 大外刈の動作の測定・・・・・・・・・・ 13
6. データ分析・・・・・・・・・・ 15
7. 算出項目および算出方法・・・・・・・・ 15

IV 結果

1. 受の身体重心変位について・・・・・・・・ 17
2. 受の身体重心速度について・・・・・・・・ 18
3. 受の身体重心移動距離について・・・・ 20
4. 受の胴体重心変位について・・・・・・・・ 21
5. 受の胴体重心速度について・・・・・・・・ 23
6. 受の胴体重心移動距離について・・・・ 25
7. 取の第三中手骨遠位端変位について・・・・ 26
8. 取の第三中手骨遠位端速度について・・・・ 28
9. 取の第三中手骨遠位端移動距離について・・・・ 30
10. 受の踵座標変位鉛直成分について・・・・ 31

V 考察

1. 対象者の試技における受の崩れ・・・・・・・・・・ 3 3
2. 取の第三中手骨遠位端変位左右成分と受の崩れの比較検討・・・ 4 2
3. 取の第三中手骨遠位端変位前後成分と受の崩れの比較検討・・・ 4 2
4. 取の第三中手骨遠位端変位鉛直成分と受の崩れの比較検討・・・ 4 3
5. 取の第三中手骨遠位端速度左右成分と受の崩れの比較検討・・・ 4 5
6. 取の第三中手骨遠位端速度前後成分と受の崩れの比較検討・・・ 4 5
7. 受の踵座標鉛直成分と受の崩れの比較検討・・・・・・・・・・ 4 6
8. 取の第三中手骨遠位端速度と受の身体重心速度の前後成分の比較検討・・・・・・・・・・ 4 6
9. 取の第三中手骨遠位端速度と受の身体重心速度の鉛直成分の比較検討・・・・・・・・・・ 4 7

VI 結論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4 9

VII 今後の展望・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5 1

文献

I 緒言

1. 柔道の理念

柔道は 1822 年に嘉納治五郎によって創始され、今日まで世界各国の老若男女に親しまれている。柔道に励む人々の目的は様々であるが、体の小さな人が体の大きな人を倒すことができることが柔道の醍醐味の一つである。柔道の根本原理は体の大小にかかわらず「身体と精神を最も有効に働かせる」ことであり、この原理を技に生かしたのが「作り」と「掛け」である。そして、技の理合(「作り」と「掛け」)を体得し技を磨いて「作り」と「掛け」を上手く繋ぎ合わせることで、小さな人でも大きな人を倒すことが可能になる(東京都柔道連盟, 2022 年 12 月 20 日閲覧)。松本(1975)が「柔道の技は最小の力を働かせて、最大の効果をあげることを指導理念とする」と述べているように、これらの根本原理は柔道の指導理念でもある。また、多くの指導現場では「柔よく剛を制す」という言葉に習い、力技で圧倒するのではなく根本原理を利用して相手を投げることで、及び正々堂々と組み合って模範的な形の技で一本を取ることが美学とされている。

講道館柔道における技は大きく 2 つに分類され、現在は手技・腰技・足技などを含む 68 種類の投技と、抑込技・絞技・関節技を含む 32 種類の固技の合計 100 種類で構成されている。高木・藤波(2011)は「柔道競技において、互いに組み合った状態から相手を仰向けに投げる投技は最も基本的な攻撃方法となる」と述べており、投技は相手を投げるための基本的な技であることが示唆されている。また、柔道の投技は「崩し」「作り」「掛け」という技術原理によって構成されており、その中でも松本(1975)が『技が掛かりやすいように相手の姿勢を崩す「相手の作り」と同時に、技を掛けるのに最も都合のよい体の位置、方向、姿勢をとる「自分の作り」は一体である』と述べているように、相手の体を不安定にさせる「崩し」と、自分が技を施すのに最も適した姿勢をとる「作り」は同時に行われている。そして「作り」で作られた相手の体勢と自らの体勢に適した技を掛けることが合理的な投技の流れである。高木・藤波(2011)は「相手の体格、力、動作の利用によって少ない力で相手を投げることを投技の真髄としており、相手の体格、力、動作の利用のために崩し動作が必要となる」と述べている。また、松本(1975)は「崩しは技の可否を決する重要な鍵である」と述べており、投技を利用して相手を投げる上で「崩し」は重要であることが示唆されている。しかし、大滝・竹内(1984)が、「柔道においてはお互に投げられまいと努力する相互関係の中で、相手を投げやすい不安定な体勢に追い込むことは容易なことではない(原文ママ)」と述べている様に、相手の体勢を不安定にして投げやすい体勢を作

り出すことは簡単ではないことが示唆されている。

投技を利用して相手を投げるために必要とされる「崩し」にはそれぞれの技によって適した方向がある。基本的には、左前隅・真前・右前隅・左後隅・真後・右後隅・左横・右横の8方向があり、これらは「八方の崩し」と呼ばれる。しかし、中(1964)が『柔道の技術の基本としていう「八方の崩し」とは、斜上方への「釣り」と斜下方への「落し」の力を包含していることに留意しなければならない』と主張しているように、実際には「崩し」の方向は無数に存在する。さらに「崩し」の方向が無数に存在するのと同様に、相手の体勢を崩す動作(以下「崩し動作」という)にも様々な方法が存在する。崩し動作について、高木・藤波(2011)は「投技を仕掛けるにあたって、事前に相手の重心を意図的に導いて相手を投げられやすい状態にするものである」と述べている。また、大滝・竹内(1984)は、「柔道は1対1の対人の格技という特徴があり、技術的に考えてみても常に相手と自分との相対関係の中に存在しているため、相手と自分との間合い、姿勢、組み方などによって施技の内容が決まる」と述べており、相手と自分の状況によって相手を投げるのに適した技が変わることが示唆されている。それに伴い、相手を崩す方向も崩し動作も変動することが考えられる。

2. 柔道における技術指導

檜崎ほか(2021)は「柔道の技術指導の難しい点は、指導者が体得した投げ技のポイントやコツを学習者に伝達することである」と述べており、大滝・竹内(2011)が「目まぐるしく変動する状況の変化が技術内容を変えていくため、技術を画一的に捉えることを難しくしている」と述べているように、柔道における技術的なポイントやコツを一括りにして指導方法を確立すること、及び指導することは難しい。檜崎(2021)は「柔道の技術指導は指導者の経験則に委ねられているところが大きく、その指導者の主観的な判断や勘に頼らざるを得ないのが現状である」と述べており、柔道の技術的な指導方法は統一化されていない現状にあることが示唆されている。このように現在の指導現場における技の指導方法は、指導者の経験や感覚を基にした口頭での指示や、熟練者の模倣が主であり、様々な指導方法が混在している。その中でも大外刈の崩し動作には様々な指導方法が存在しており、大外刈を得意としていた名人・名手といわれる元一流選手たちの崩し動作においても崩し動作の方法や表現が異なる。

醍醐(1999)は、大外刈の崩し動作について「(右大外刈・合四つの場合)押していた右手

を、緩めて引き、その流れをきらずに楕円形に方向を転じて釣りあげながら、左手も引き付けて右胸部を受の右胸部にあてる」と述べており、釣り手を引きながら楕円形に回し、引き手を引くのと同時に胸を当てている。

松本安市は「(右大外刈・合四つの場合)右手は相手の右アゴを突き上げるようにする。右手首を曲げて相手のアゴを突き上げる」(佐藤, 1999)と述べており、引き手で相手の釣り手を払いながら、釣り手の手首を曲げて相手の右顎を突き上げている。

園田義男は「(左大外刈・合四つの場合)相手を釣りぎみに、左手でアゴを突き上げ、大きく踏み込む」(佐藤, 1999)と述べており、釣り手で相手の顎を突き上げると同時に釣りあげることで相手の体を浮かせてつま先立ちにさせている。

園田勇は「(右大外刈・合四つの場合)右手首を返し、相手のアゴを上げさせて、引き手は左斜めに引き下げ、自分のアゴを引いて相手を左斜め下に崩す」(佐藤, 1999)と述べており、釣り手の手首を返し相手の顎を上げながら、引き手を引き下げている。

二宮和弘は「(右大外刈・合四つの場合)右釣り手で一気に手前へ引つけ、自分の右肩前で相手の顔面を後ろへ押す。このとき、右手のヒジは返す。(途中省略)自分の左引き手が伸びきらないように間合いを取り、瞬間的に下へ引き落とす」(佐藤, 1999)と述べており、釣り手の肘を返ししながら手前に引きつけ、肩で相手の顔面を押しながら引き手を下へ引き落としている。

上口孝文は「(左大外刈・けんか四つの場合)釣り手は引き手と連動し、引き手方向へ、回し引きするように引きつける。引き手は相手のヒジの真横を取り、絞る。相手を引きつけるときは手首を内側に捻りながら自分の右横斜め上へ強く引く」(佐藤, 1999)と述べており、釣り手を回し引き付けながら、引き手の手首を捻りながら強く引いている。

高木長之助は「(右大外刈・合四つの場合)引き手(左手)はヒジを鋭角に曲げて、相手を左後ろ隅に崩してから胸を相手にぶつけるようにして、釣り手(右手)で相手の首を抱え込むようにする」(佐藤, 1999)と述べており、引き手の肘を曲げながら胸をぶつけ、釣り手で相手の首を抱え込んでいる。

河原月夫は「(左大外刈・合四つの場合)刈り込むときに手首を内側へ返す感じで、言葉をかえると立っている手首を左投手がボールを投げるような要領で相手を押し込む。このへんは言葉ではなかなか難しいのだが、円を頭の中で描きながら釣り手を使うのだ。(途中省略)引き手へ基本どおり強く手前へ引き、釣り手と相乗させながら相手を真後ろへ倒していく」(佐藤, 1999)と述べており、円運動を意識しながら釣り手の手首を内側へ返し、引

いた引き手と相乗しながら後ろへ倒している。

吉村和郎は「(右大外刈・合四つの場合)自分の釣り手で相手の左肩を抱え、腕を相手ののどに入り込ませて突き上げ、(以降省略)」(佐藤, 1999)と述べており、釣り手で相手の肩を抱えて釣り手の肘で相手の喉を突き上げている。

これらは一部であるが、各名人・名手によって大外刈の崩し動作の方法や、その動作を説明する表現方法にはそれぞれ違いが見られ、その中でも釣り手の使い方には様々な特徴がみられた。醍醐(1999)は『大外刈の説明の中では「作る」タイミングの一瞬をつかむことが肝要である』と述べており、山下泰裕は「大外刈がうまく決まるかどうかは、相手をいかにうまく崩すことができるかどうかにかかっている」(佐藤, 1999)と述べていることから、大外刈において崩し動作が重要であることが示唆されている。さらに、高野裕光は大外刈の施技について「左釣り手の動きが非常に重要になる」(佐藤, 1999)と述べており、須貝等も同様に「ポイントは左釣り手の使い方」(佐藤, 1999)と述べているように、大外刈の施技において釣り手の崩し動作が重要であることも示唆されている。これらのことから、大外刈の施技を成功させるためには釣り手の崩し動作が重要であると考えられる。

3. 柔道の指導現場の現状

しかし、これらの釣り手の崩し動作の説明は経験知によるものであり、それぞれの名人・名手によって様々な特徴がみられる上、説明の表現方法も異なるため、実際に指導現場で生かせるような客観的かつ明確な知見を得るには到っていない。檜原ほか(2021)は「暗黙知を形式知化することにより、柔道の正しい技術を幅広い世代の柔道家に伝承することができ、競技者や指導者にとって有用な練習方法や指導法を導き出すという学問的効果および社会的効果が期待できる」と述べており、高木・藤波(2011)は「熟練者にとって自身の感覚を言葉で表現することは難しく、また初心者にとっても、熟練者の言葉や動作から重要なポイントを的確に理解することは難しい。それゆえ、一般的に身体的技能の習得には多大な時間が必要となってしまう。こうした身体的技能習得の難しさから、熟練者の優れた技能の明確化が必要」と述べている。さらに、三戸(2007)も「スポーツ運動を可視化的にとらえることは、示範を行ったり運動の課題を提示したりするうえで、指導場面における効果的な活用が期待できる」と述べていることから、熟練者と未熟練者における大外刈の釣り手の崩し動作を比較し、熟練者の崩し動作の特徴を形式知化することで、指導現場での大外刈の有用な指導方法の手立てになるのではないかと考えた。

大藤ほか(2016)の研究では、大外刈の崩し動作における釣り手側の上肢および上肢帯筋群の作用機序について、熟練者と未熟練者との間で比較検討しており「熟練者群は未熟練者群に比べ、橈側手根屈筋、橈側手根伸筋、上腕二頭筋、大胸筋の筋放電量がそれぞれ優位に高かった ($p<0.01$)。この結果から、熟練者群は釣り手の手関節を撓屈するとともに、肘および肩関節を屈曲して相手を自分に引き寄せる動作を行っているものと推察される」と主張しており、熟練者は大外刈の釣り手の崩し動作において、釣り手の親指側を上向きにしながら、相手を引き寄せていることがわかっている。しかし、この釣り手の崩し動作と連動して実際に受が崩れているかまではわかっていない。

そこで本研究では、大外刈の投げ込み練習を行う際の熟練者と未熟練者の釣り手の崩し動作と受の動作を、キネマティクス分析を通して比較することで、熟練者の釣り手の崩し動作の特徴を解明することを目的とした。

Ⅱ 先行研究

1. 大外刈の研究

大外刈は講道館柔道の投技で、足技に分類されており、(右大外刈の場合)相手を後方に崩し、右脚で相手の右脚を外側から刈って投げる技とされている(講道館, 2022 年 12 月 26 日閲覧)。また、醍醐(1999)は「取は、受をその真後ろ、又は右(左)後隅へ崩し、右(左)脚で、受の体重がのっている右(左)脚を、刈り上げて後方へ倒す技、及びこれに類する技である」と述べており、山本(1982)は「(右大外刈の場合)両手で相手の体を引きつけて、相手の右足にその体重がかかるように崩す」と述べている。柔道指導の手引(三訂版)(2013)では『(右大外刈の場合)「取」は、「受」を右後ろ隅に崩し、左足を軸に右脚を前方に大きく振り上げ、「受」の右膝裏部分を右膝裏部分で、外側から刈り後方に投げる』と述べており、釣り手と同じ側面の脚で対角線上にある相手の脚を外側から刈り、真後、もしくは後隅に投げる技であるとされている。

大外刈は日本でも世界でもよく使われている技の上位 3 つに挙げられ、柔道の投技の 3 大柱ともいわれている(佐藤, 1999)。中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説(2017)における柔道の技能の学習段階においては習得する技のうち、投技の刈り技系として例に挙げられている。しかし、近年では大外刈による頭部や頸部の重大事故が多発しており、安全に留意した上で段階的に指導するようにという注意も記載されている。また、教育現場では「大外刈り」と記載されるが、指導現場では「大外刈」と記載される。本研究では、講道館柔道技名称に即した「大外刈」の表現を用いる(講道館, 2022 年 12 月 28 日閲覧)。

また、大外刈の崩し動作についての研究では、大外刈の名人・名手と呼ばれる元一流選手の崩し動作の説明において、「円運動を生じさせる釣り手の動作」と「相手の顎を突き上げる動作」をポイントとして挙げる者が多く見受けられた。これらの特徴から、釣り手の円運動を生じさせることで相手の重心を前から後ろに移動させ、相手の顎を突き上げることで相手の重心を後方あるいは上方へ移動させていることが考えられる。今村ら(2007)は「投げ込み練習において受けの重心は、投げられる直前に、その方向とは逆方向に動くことが報告された」と述べている。さらに、今村らはこの現象について「取りが受けの自然発生的な防御動作(身体のバランスや平衡を保とうとして、身体が硬直する)を起こさせるための崩しの一部と考えられる」と述べており、大外刈の崩し動作における釣り手の円運動は、今村らの述べる防御動作を引き起こしているものと考えられる。

これらのことから熟練者は釣り手の崩し動作において円運動を生じさせており、受の重

心を前方から後方へ移動させていると仮説を立てた。

2. 崩しの研究

松本(1975)は「崩すとは受に対する用語で、その体勢を不安定にさせ、重心線を支持面の外に移行させ、相手を剛体の状態に近づけて技を掛けるのに都合のよい体勢に誘導することである」と述べており、三戸ほか(1985)は『「崩し」とは、相手を不安定な状態に導き、投げ易い体勢にさせることである』と述べている。また、戸田(1985)は『「崩し」は、安定した相手の体勢を、不安定な投げ易い姿勢に導く技術である』と述べており、相手の体勢を不安定な状態に導き、投げやすい状態にすることを崩しとしている。

大滝・竹内(1984)は体の安定条件について「力学的には基底面が広いこと。重心の位置が低く、しかも中心部にあること。物体の重量が大きいことの3つがある」と述べており、松本(1985)は「重心が高くなれば不安定条件が多くなり、崩れやすく、相手に引き廻されたり、引きつけられたり、吊り上げられやすくなる」と述べている。このことから、体の不安定条件が増えることで崩れやすくなることが示唆されている。

しかし、大滝・竹内(1984)は「動きの速さと重力の合成力の関係や、取りの運動方向への引く力が加わることから崩されたとみなされる状態をつくり出すことができるため、乱取や試合中にかけられる技は、崩しの重心線が完全に支持面から外れることなく、支持面の中にある内に掛けられることが多く(以降省略)」と述べており、実戦に近い状態においては必ずしも不安定条件の多さが崩れた体勢を作るとは限らないことが示唆されている。石井ほか(2008)が実戦形式ではなく投の形を基に行った研究では「崩しには、重心を高くして、かつ支持面から重心を外すという効果があると考えられる」と考察している。

3. 重心動揺について

今回の研究では、身体重心の推移によって受の体が崩れているかを判断する。通常、静止立位では、呼吸や心臓の鼓動、身体各部のわずかな運動など様々な要因の影響を受けて、COM(重心位置)は常に前後左右へ動揺し続けている(山口・桜井, 2020)。そのため、身体の重心動揺について考慮する必要がある。

静止立位における重心動揺について、山口・桜井(2020)のフォースプレートによる地面反力測定から求められた COP と、光学式モーションキャプチャシステムから求められた身体の剛体リンクモデルの COM の関係を、それぞれの動揺の大きさやパターンから調査

することを目的とした研究において、健康で活動的な成人男性 4 名 (年齢 23-27 歳、身長 $168.9 \pm 6.7 \text{ cm}$ 、体重 $69.8 \pm 12.7 \text{ kg}$) に開眼両足立位で 40 秒間できる限り静かに立たせた試技における COM の総軌跡長は $89 \pm 6 \text{ mm}$ という結果であった。

また、山本(2012)の車酔い評価等の研究を遂行するための基礎資料を得ることを目的とした研究において、7 歳から 79 歳までの女性 92 名と 3 歳から 78 歳までの男性 120 名の直立状態における重心動揺データの測定を行い、目を開けた状態で 30 秒間静かな直立姿勢を取り、重心動揺を計測した結果、重心動揺長の平均が約 34 cm となった。

しかし、これらの研究は全て直立姿勢で静止している状態によるものであり、相手と組み合った状態、即ち、自分の重心を支えることができる物がある状態での重心動揺とは異なる可能性があると考えた。渡邊ほか(2009)の壁面への指先接触が重心動揺に与える影響と、立位保持に重要なヒラメ筋の筋活動への影響を運動学および筋電図学的に解明することを目的とした研究において、健康な男性 12 名 (平均年齢 20.8 ± 0.7 歳) の 30 秒間の立位姿勢における重心動揺を、壁と非接触、軽接触、強接触の 3 条件間で重心動揺計を用いて測定し比較した結果、それぞれ $35.4 \pm 5.5 \text{ cm}$ 、 $22.9 \pm 4.5 \text{ cm}$ 、 $18.5 \pm 4.5 \text{ cm}$ となり、接触圧の程度にかかわらず、壁面への指先接触は非接触より有意に重心動揺を小さくすることを示した。

この実験は、壁という剛体への接触によるものであり、人との接触となる相手と組み合った状態とは条件が異なるが、水平面への接触実験の報告と同様に、壁面においても指先接触自体が体性感覚入力を増やして重心動揺を減らす結果に繋がったと考えられる(渡邊ほか, 2009)ことから、相手と組み合った状態の重心動揺は静止直立状態より小さくなっているのではないかと考えた。さらに、今回の実験の分析区間は、僅かな瞬間を抜き取ったものであり、一瞬の時間による重心動揺の揺れを測った先行研究が見つからなかったことと、相手と組み合った状態の重心動揺は不明であることから、重心動揺に関しては割愛することとした。

Ⅲ 研究方法

1. 実験対象者

W 大学柔道部に所属する男子柔道部員 4 名を対象とした。そのうち、普段の稽古から大外刈を利用しており得意技としている部員 2 名（年齢：20.5±0.71 歳，身長：178±7.07 歳，体重：105±28.28kg）を熟練群とし、普段の稽古で大外刈を利用することは少なく得意ではない部員 2 名（年齢：22.5±0.71 歳，身長：174±8.49cm，体重 91.5±33.23kg）を未熟練群とした。尚、本研究では、W大学柔道部に所属する男子柔道部員に対して、普段の練習や公式試合において大外刈の利用頻度が高く、成功頻度が多い部員を口頭で調査し、多く名前の挙がった部員と名前が挙がらなかった部員から同質問に対する自己評価を調査した結果を総合的に判断し、熟練者と未熟練者を選定した。対象者の身体特性を以下の表 1 に示した。

表 1. 実験対象者身体特性

	対象者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	組み手	競技年数(年)	戦績
熟練群	A	20	173	85	左	15	全国大会入賞
	B	21	183	125	左	10	全国大会入賞
未熟練群	C	23	168	68	右	13	県大会出場
	D	22	180	115	右	16	全国大会出場

実験対象者には、本研究の目的と方法、実験の過程で考えられる危険性について十分に説明を行った後に、研究への参加は個人の自由意思によるものであり、協力への強制は行わないことを強調した上で実験参加の同意を得た。また、本研究はヒトを対象とした研究であるため、早稲田大学研究倫理オフィスの「人を対象とする研究に関する倫理規定」に基づいて倫理申請を行い、承認を得た上で実験を行った【2021-484】。

2. 実験・分析場所

本実験は、早稲田大学所沢キャンパス 101 号館 フロンティア・リサーチセンター B101 動作分析室で行った。

また、データ分析は早稲田大学所沢キャンパス 100 号館 578 研究室で行った。

3. 実験環境

動作分析室の床面には、通常の畳よりも柔らかいマットを敷き、安全を十分に確保したうえで実験を行った。受に貼付した計測用反射マーカの三次元座標をモーションキャプチャシステム（Mac3D System, Motion Analysis 社製）と赤外線カメラ 8 台（Motion Analysis 社製）を用いて 240Hz で計測した。また、試技の始めの立ち位置を固定するために印を付けた（図 1）。



図 1. 固定した受の立ち位置

静止座標系は、右足の乗っている床反力計の右前角を原点 O として、受の左方向を X 軸の正方向、受の後ろ方向を Y 軸の正方向、鉛直上向きを Z 軸の正方向と定義した（図 2）。

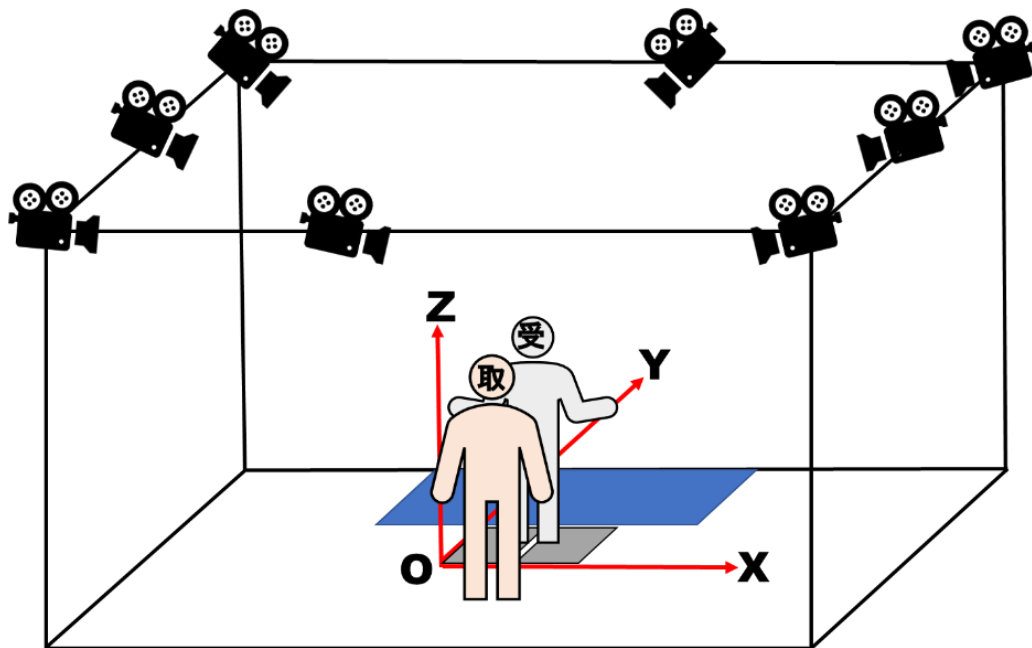


図 2. 実験環境

受には、計測用反射マーカを、頭頂、頭部前後、左右耳珠、胸骨上縁、左右肩峰、左肋骨下端、左右上腕骨内側上顆、左右上腕骨外側上顆、左右橈骨茎状突起、左右尺骨茎状突起、左右第三中手骨遠位端、左右大転子、左右大腿骨内側顆、左右大腿骨外側顆、左右脛骨内果、左右腓骨外果、左右第三中足骨頭、左右踵骨上縁の 34 点（剣状突起と左右内側縁の 3 点も補助点として貼付）（図 3）、取の釣り手には肩峰、上腕骨内側上顆、上腕骨外側上顆、橈骨茎状突起、尺骨茎状突起、第三中手骨遠位端の 6 点（図 4）を貼付した。



図 3. 受の全体図(正面・背面)



図 4. 取の釣り手のマーカー(右大外刈の場合) (正面・背面)

4. 実験設定

本研究では、取 1 名、受 1 名とし、通常の柔道のかかり練習（打ち込み練習）と同様に大外刈の打ち込み動作を 5 回行い、5 回目に通常の柔道の約束練習（投げ込み練習）と同

様に相手を投げる試技を行った。また、反射マーカが撮影できる点と試技を行う際に支障がない点を考慮して受の胴体には帯をたすき掛けした。また、柔道着の襟を握って行う試技と近いパフォーマンスを発揮するために、帯を握った感覚や動作幅を対象者に厳密に確認してもらった上で実験を行った（図 5）。



図 5. 実験風景

実験の条件を揃えるため受は同一の 1 名に固定し、受との体格差による影響で普段通りの試技と比べて大きな差が生まれないように、対象者 4 名の身体特性の平均に近い特性の男子柔道部員（年齢：21 歳, 身長：175cm, 体重：98kg）を選抜した。

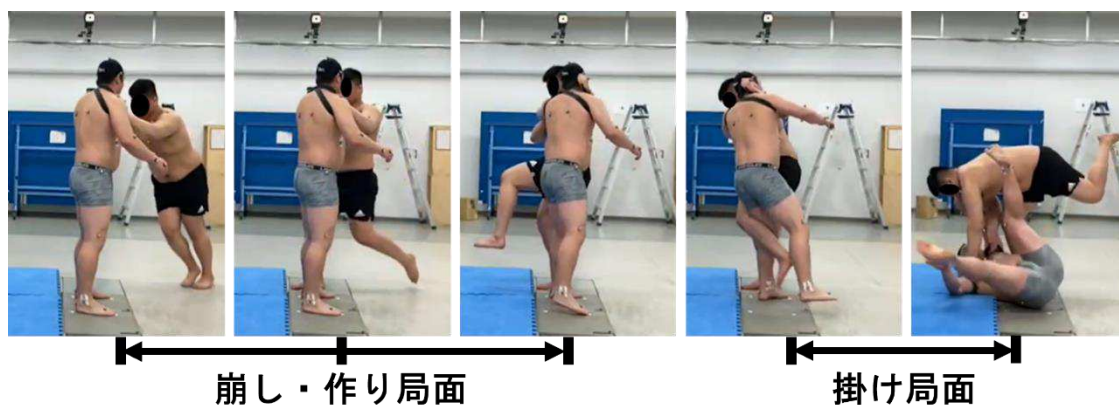
また、どの被験者に対しても、普段の練習通りに大外刈を掛けるように指示を行い、受にも、普段の練習通りに技を受けるように指示を行った。そして、普段稽古をしている場所とは異なる環境下で実験を行うため、環境に慣れるまで十分に練習を行った。その後に 3 回測定を行い、その測定の中から試技の 1 つを、取の内省報告から最も普段通りに近い状態で技を行うことができた試技を総合的に判断して研究対象に採用した。

5. 大外刈の動作の測定

本研究では、取が自然体から動き出し、踏み込み足が床から離れ始めた時点を開始時点、

踏み込んだ足が着地した時点を着地時点、振り上げた刈り足が最高地点に到達した時点を振り上げ時点、刈り足が相手に触れた時点を掛け時点、受の両足が地面から離れ受け身をした時点を投げ時点とし、それぞれ対象試技の映像を目視で判断し各時点を決定した(図6)。

図 6. 各時点別の映像



本研究では、5 回目の打ち込み動作の開始時点から、掛け時点までを分析区間とした。動作時間の異なる試技を比較するため、分析区間を 100%に規格化して比較検討を行った。

6. データ分析

モーションキャプチャシステムで収集した座標点 37 点(補助点含む)のうち、左右肘関節、左右手関節、左右膝関節、左右足関節の関節中点の座標値を算出し、頭頂、頭中、胸骨上縁、左右肩峰、左右肘、左右手首、左右手先、左右大転子、左右膝、左右足首、左右つま先、左右踵、取の第三中手骨遠位端の 22 点を三次元動作解析ソフトウェア Frame-DIAS V (DKH 社製) で分析した。

7. 算出項目および算出方法

本実験においては、以下の 11 点を分析項目とした。

- ・受の身体重心変位左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・受の身体重心速度左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・受の身体重心移動距離左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・受の胴体重心変位左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・受の胴体重心速度左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・受の胴体重心移動距離前左右分、前後成分、鉛直成分
- ・取の第三中手骨遠位端変位左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・取の第三中手骨遠位端速度左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・取の第三中手骨遠位端移動距離左右成分、前後成分、鉛直成分
- ・受の支持基底面
- ・受の踵座標変位鉛直成分

本実験では、阿江ほか(1992)の研究をもとに、Frame-DIAS V (DKH 社製)を用いて、受の 21 点の分析ポイントと身体特性から、身体重心と胴体重心を算出した。身体重心は右手、右前腕、右上腕、左手、左前腕、左上腕、右足部、右下腿、右大腿、左足部、左下腿、左大腿、頭部、胴体の 14 点のセグメントから、胴体重心は大転子中点を末梢端、胸骨を中枢端としたセグメントから算出した。そして、取の 6 点のポイントからは、相手の襟を握ってコントロールをする釣り手の先端部分に最も近い第三中手骨遠位端の座標も算出した。

また、支持基底面は、分析区間 0%時点の X 軸・Y 軸上における左右第三中足骨頭と左

右踵の4つの分岐点を結んだ面とし、右踵と左踵を結んだ線を辺 A、左踵と左第三中足骨頭を結んだ線を辺 B、右第三中足骨頭と左第三中足骨頭を結んだ線を辺 C、左第三中足骨頭と右踵を結んだ辺を辺 D とした(図 8)。

そして、本研究における崩しの定義は「身体重心が崩し動作開始前より高くなり、身体重心が支持基底面の辺に触れているか、外に完全に外れている状態を崩れた状態」とする。

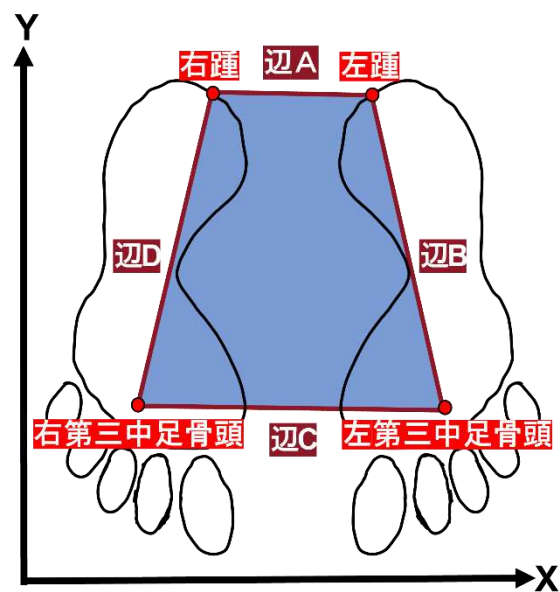


図 8. 支持基底面

IV 結果

1. 受の身体重心変位について

図9は、対象者4名の試技の分析区間(0-100%)における、受の身体重心変位の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすくするために、0%時点の数値を0とし、熟練群とは反対の右大外刈で試技を行った未熟練群の左右成分の数値の正と負を入れ替えた。

分析区間(0-100%)における身体重心変位左右成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、243.2mm、178.2mm、212.7mm、244.8mm、最小値は、-12.2mm、-5.8mm、-9.2mm、-1.4mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、255.4mm、184.0mm、221.9mm、246.2mm である。

分析区間(0-100%)における身体重心変位前後成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、48.6mm、114.6mm、109.6mm、139.1mm、最小値は、-61.3mm、0mm、0mm、0mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、109.9mm、114.6mm、109.6mm、139.1mm である。

分析区間(0-100%)における身体重心変位鉛直成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、28.7mm、29.7mm、9.8mm、25.3mm、最小値は、0mm、-10.1mm、-19.6mm、-0.3mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、28.7mm、39.8mm、29.4mm、25.6mm である。

左右成分の波形を見ると、熟練群は0%から減少し始め、20%付近で増加しているのに対し、対象者Cは10%付近で増加しており、対象者Dは30%付近まではほぼ横ばいで推移した後増加している。また、対象者ABCは70%付近から100%まで緩やかに増加しているのに対して、対象者Bは175mm付近をほぼ横ばいに推移している。

前後成分の波形を見ると、対象者BCDは分析区間全体を通してほぼ一定であるが、Aは70%付近まで対象者BCDと比べて大きく減少している。

鉛直成分の波形を見ると、対象者ABDのみは70%付近でから急激に増加しており、熟練群のみ急激な増加の直前に一度減少している。

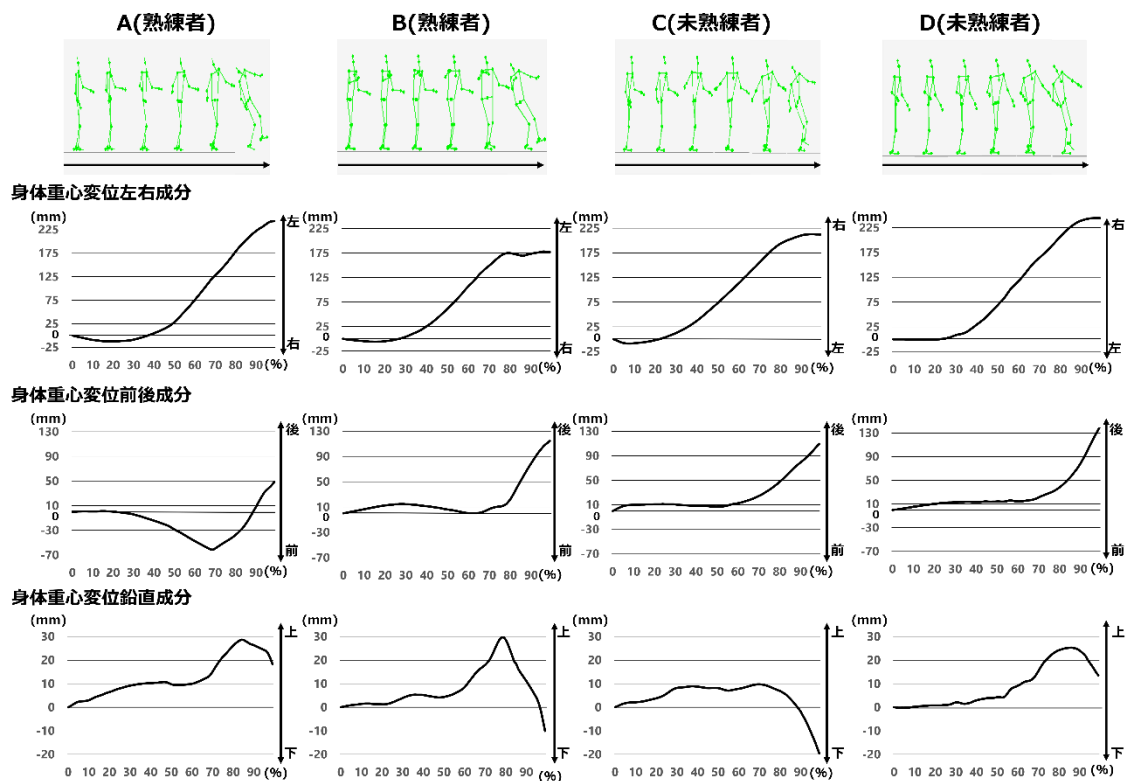


図9. 対象者4名の試技における受の身体重心変位の比較

2. 受の身体重心速度について

図10は、対象者4名の試技の分析区間(0-100%)における、受の身体重心速度の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすいするために、0%時点の数値を0とし、熟練群とは反対の右大外刈で試技を行った未熟練群の左右成分の数値の正と負を入れ替えた。

分析区間(0-100%)における身体重心速度左右成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、664.3mm/s、719.7mm/s、891.5mm/s、668.5mm/s、最小値は、-12.3mm/s、-51.1mm/s、0.2mm/s、80.0mm/sであった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、676.6mm/s、770.8mm/s、891.7mm/s、748.5mm/sである。

分析区間(0-100%)における身体重心速度前後成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、558.9mm/s、686.3mm/s、311.6mm/s、803.9mm/s、最小値は、-273.9mm/s、-166.3mm/s、-280.9mm/s、-114.4mm/sであった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、832.8mm/s、852.6mm/s、592.5mm/s、918.3mm/sである。

分析区間(0-100%)における身体重心速度鉛直成分の最大値は、実験対象者 ABCD それ

ぞれ、117.9mm/s、213.8mm/s、37.4mm/s、180.4mm/s、最小値は、-301.6mm/s、-616.1mm/s、-409.8mm/s、-164.5mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、419.8mm/s、829.9mm/s、447.2mm/s、344.9mm/s である。

左右成分の波形を見ると、熟練群は 0%から増加し、60-70%付近で急激に増減しているのに対し、対象者 C は 50%付近で僅かに増減をしており、対象者 D は 30-80%付近までの間に 5 度増減していた。また、未熟練群は 70-80%付近から 100%まで緩やかに増減しているのに対し、上位群は 90%付近で増加していた。また、対象者 B のみ 80%付近で負の方向まで減少している。

前後成分の波形を見ると、対象者 ABC は 0%から負の方向に増加している傾向があるが、対象者 D はほぼ横ばいで推移している。また、上位群のみ 2 回の大きな増減が見られた。

鉛直成分を見ると、全対象者が 60%付近までほぼ一定して横ばいに推移しており、対象者 C は僅かに増加した後、100%まで減少傾向にあるのに対し、対象者 D は増加してから減少する間の 90%付近で僅かに増加している。また、対象者 A は増加後に 100%まで減少していく間の 85-95%付近をほぼ横ばいで推移しているのに対し、対象者 B は増加後に急激に減少し、80%付近で大きく増加している。

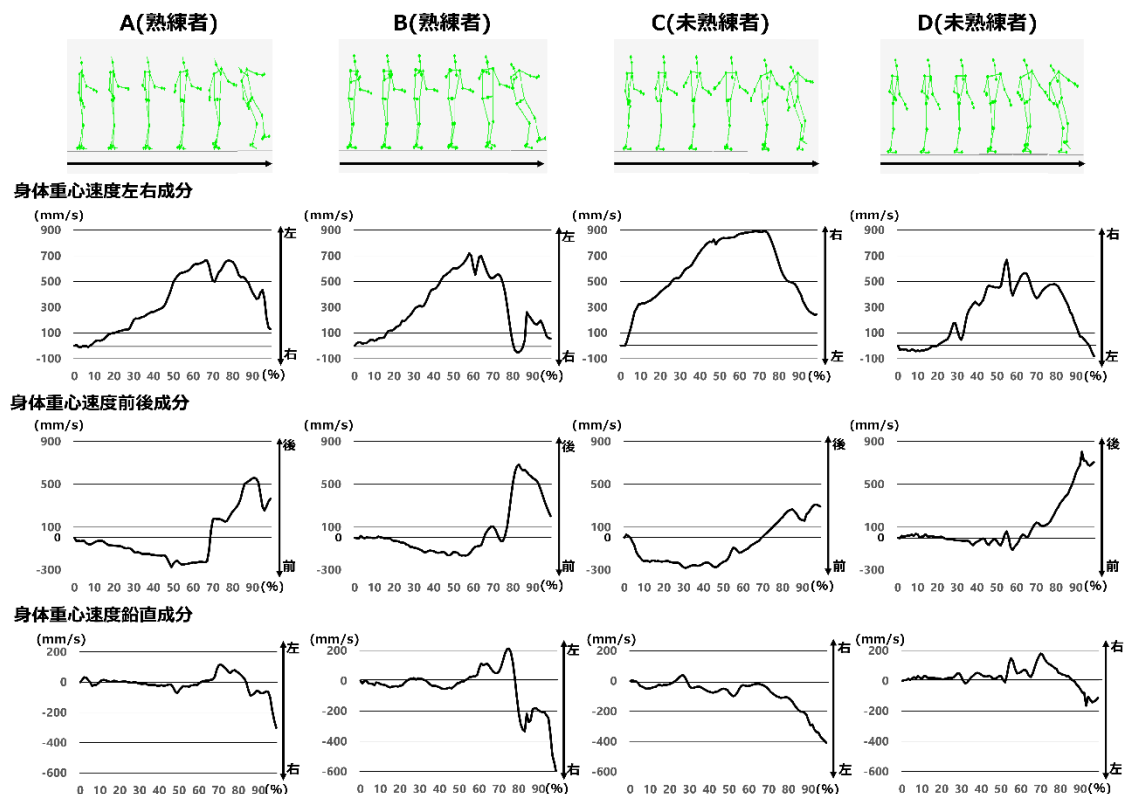


図 10. 対象者 4 名の試技における受の身体重心速度の比較

3. 受の身体重心移動距離について

図 11 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の身体重心移動距離の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。

分析区間 (0-100%) における身体重心移動距離左右成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、267.7mm、202.6mm、231.7mm、248.1mm であった。

分析区間 (0-100%) における身体重心移動距離前後成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、174.7mm、143.1mm、117.8mm、145.4mm であった。

分析区間 (0-100%) における身体重心移動距離鉛直成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、41.5mm、72.9mm、43.0mm、39.7mm であった。

左右成分の波形を見ると、全対象者が分析区間全体を通してほぼ一定であるが、対象者 ACD と比べて対象者 B は最大値が小さかった。

前後成分の波形を見ると、全対象者が分析区間全体を通してほぼ一定であるが、対象者 BCD と比べて対象者 A は最大値が大きかった。

鉛直成分の波形を見ると、全対象者が分析区間全体を通してほぼ一定であるが、対象者

ACD と比べて対象者 B は最大値が大きかった。

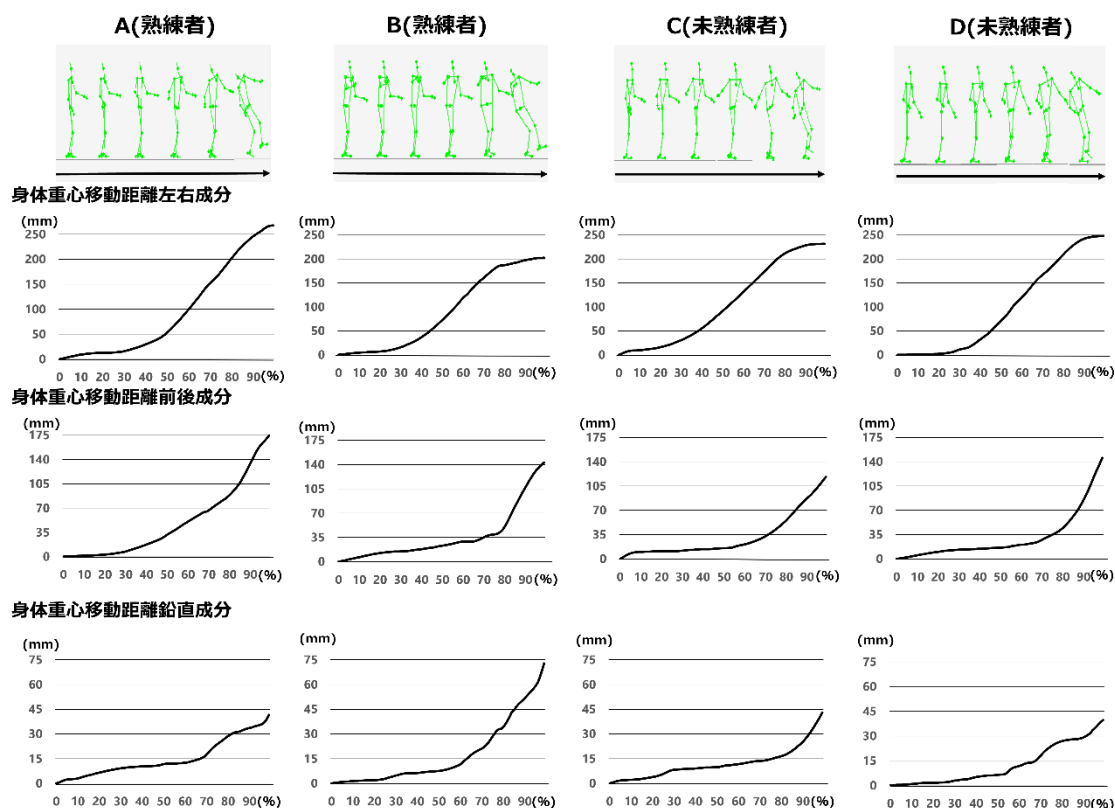


図 1 1. 対象者 4 名の試技における受の身体重心移動距離の比較

4. 受の胴体重心変位について

図 12 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の胴体重心変位の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすいように、0%時点の数値を 0 とし、熟練群とは反対の右大外刈で試技を行った未熟練群の左右成分の数値の正と負を入れ替えた。

分析区間 (0-100%) における胴体重心変位左右成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、278.4mm、217.8mm、250.8mm、294.8mm、最小値は、-19.3mm、-7.9mm、-13.6mm、-1.2mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、297.7mm、225.7mm、264.4mm、296.0mm である。

分析区間 (0-100%) における胴体重心変位前後成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、114.2mm、205.5mm、171.0mm、195.0mm、最小値は、-95.4mm、-2.3mm、0mm、0mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、209.6mm、207.8mm、171.0mm、195.0mm

である。

分析区間(0-100%)における胴体重心変位鉛直成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、35.0mm、25.4mm、3.3mm、17.2mm、最小値は、0mm、-40.0mm、-45.0mm、-4.6mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、35.0mm、65.4mm、48.3mm、21.8mm である。

左右成分の波形を見ると、対象者 BD は 0-25%付近までほぼ一定して横ばいで推移しているのに対し、対象者 C は 0-20%付近までの間に負の方向へ増減しているのに対し、対象者 A は 0-40%付近までの間に負の方向へ増減している。また、対象者 ACD は 100%まで緩やかに増加しているのに対し、対象者 B は 80%付近で一度減少している。

前後成分の波形を見ると、未熟練群は分析区間全体を通してほぼ一定であるのに対し、対象者 B は 60-70%付近で負の方向に増加しており、対象者 A は 70%付近まで負の方向に大きく増加している。

鉛直成分の波形を見ると、0-60%付近まで全対象者がほぼ一定であるが、70-80%付近の間に対象者 ABD は急激に増加しているのに対し、対象者 C は増加幅が小さかった。また、対象者 BD は 100%時点まで負の方向へ大きく増加している。

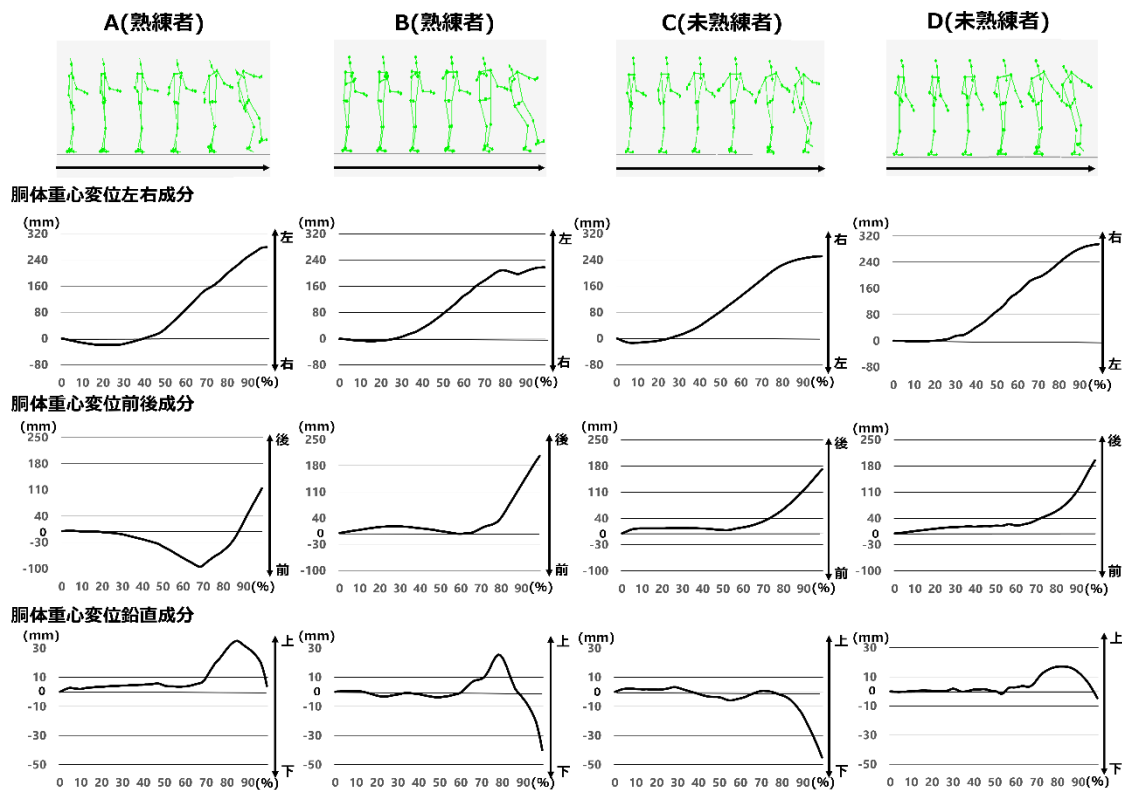


図 1 2. 対象者 4 名の試技における受の胴体重心変位の比較

5. 受の胴体重心速度について

図 13 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の胴体重心速度の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすいするために、0%時点の数値を 0 とし、熟練群とは反対の右大外刈で試技を行った未熟練群の左右成分の数値の正と負を入れ替えた。

分析区間 (0-100%) における胴体重心速度左右成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、789.7mm/s、893.5mm/s、1142.7mm/s、886.5mm/s、最小値は、-45.3mm/s、-161.6mm/s、0mm/s、68.4mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、835.0mm/s、1055.1mm/s、1142.7mm/s、954.9mm/s である。

分析区間 (0-100%) における胴体重心速度前後成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、998.8mm/s、1013.8mm/s、593.4mm/s、1079.6mm/s、最小値は、-406.8mm/s、-243.9mm/s、-412.6mm/s、-185.9mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、1405.6mm/s、1257.7mm/s、1006.0mm/s、1265.5mm/s である。

分析区間 (0-100%) における胴体重心速度鉛直成分の最大値は、実験対象者 ABCD それ

ぞれ、200.8mm/s、323.7mm/s、14.0mm/s、221.4mm/s、最小値は、-763.6mm/s、-996.2mm/s、-639.2mm/s、-295.2mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、964.4mm/s、1319.9mm/s、653.2mm/s、516.6mm/s である。

左右成分の波形を見ると、熟練群は 0%から増加し、60-70%付近で急激に増減しているのに対し、対象者 C は 50%付近で僅かに増減をしており、対象者 D は 30-80%付近までの間に急激な増減を含めて 5 度増減していた。また、未熟練群は 70-80%付近から 100%まで緩やかに増減しているのに対し、対象者 A は 90%付近で僅かに増加した後、急激に減少しており、対象者 B は、75-90%付近で急激な増減をした後に減少している。また対象者 B のみ 100%直前で増加している。

前後成分の波形を見ると、対象者 ABC は 0%から負の方向に増加している傾向があるが、対象者 D はほぼ横ばいで推移している。また、全対象者が 60-70%付近で大きく増加しているが、特に急激に増加しており、増加幅も大きかった。

鉛直成分を見ると、全対象者が 60%付近まではほぼ一定して横ばいに推移しており、未熟練群は 70%付近から 100%まで緩やかに減少しているのに対し、熟練群は急激に減少していた。また、熟練群のみ 100%まで減少していく間の 80%付近で増加しており、特に対象者 B は増加幅が大きかった。

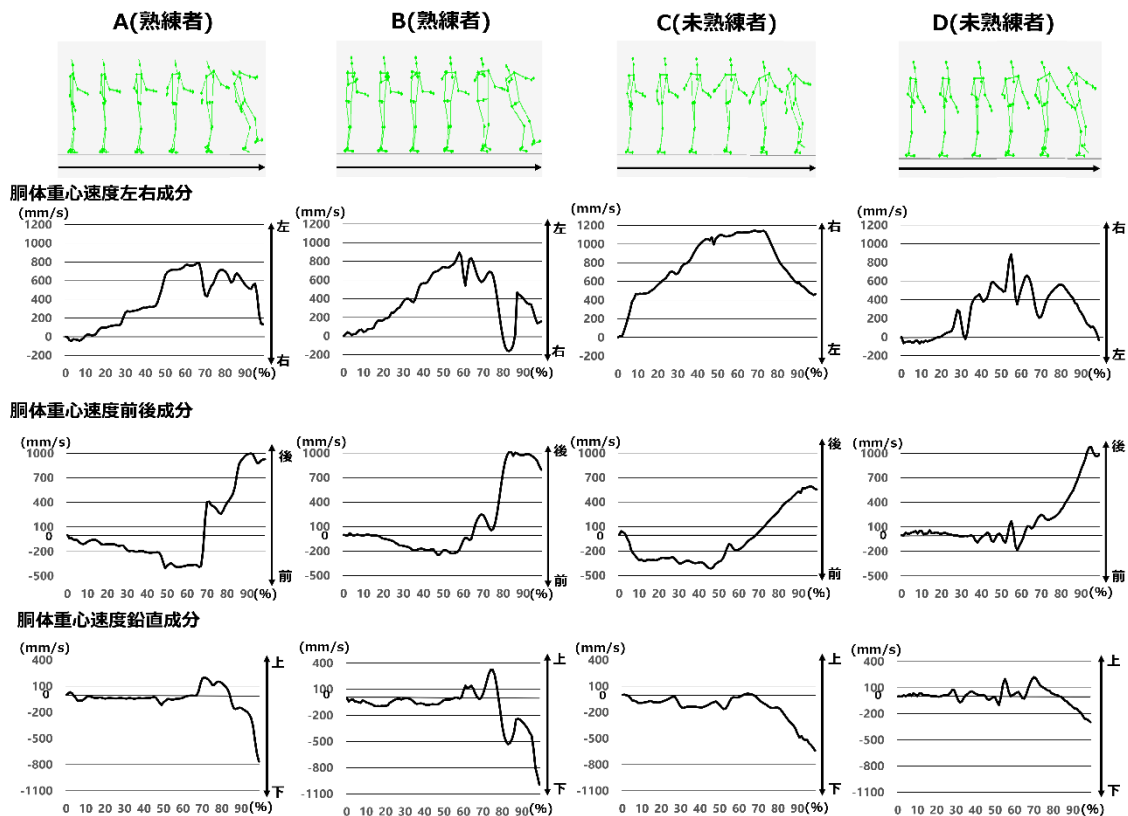


図 1 3．対象者 4 名の試技における受の胴体重心速度の比較

6. 受の胴体重心移動距離について

図 14 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の胴体重心移動距離の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。

分析区間 (0-100%) における胴体重心移動距離左右成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、316.9mm、259.4mm、278.2mm、297.7mm であった。

分析区間 (0-100%) における胴体重心移動距離前後成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、307.4mm、246.5mm、184.1mm、205.9mm であった。

分析区間 (0-100%) における胴体重心移動距離鉛直成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、71.9mm、105.3mm、66.4mm、53.9mm であった。

左右成分の波形を見ると、分析区間全体を通して全対象者がほぼ一定であるが、対象者 AD は対象者 BC よりも最大値が大きかった。

前後成分の波形を見ると、対象者 A は 20% 付近から増加幅が大きくなり、100% まで増加しているのに対し、対象者 BCD は共に 70% 付近から増加幅が大きくなり、100% まで増加している。また、未熟練群と比較して熟練群の最大値が大きかった。

鉛直成分の波形を見ると、熟練群は 60% までほぼ一定であるが対象者 A は 70% 付近から増加幅が大きくなっているのに対し、対象者 B は 60% 付近から増加幅が大きくなっている。未熟練群は 70% 付近まではほぼ一定であるが、対象者 C は 85% 付近から増加幅が大きくなるのに対し、対象者 D は 100% まで緩やかに増加している。また、対象者 ACD に比べて対象者 B の最大値が大きかった。

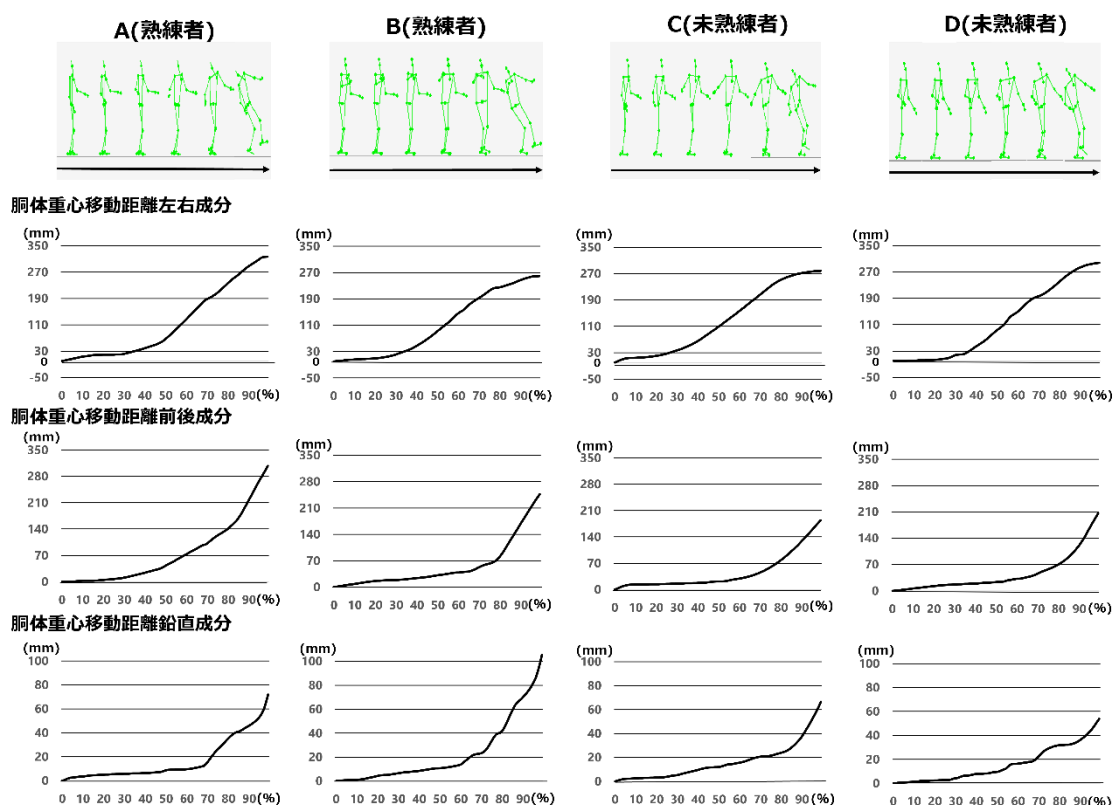


図 1 4. 対象者 4 名の試技における受の胴体重心移動距離の比較

7. 取の第三中手骨遠位端変位について

ここまでは受の動きについて見てきたが、取の釣り手の動きを見るために第三中手骨遠位端の動きを見た。図 15 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、取の第三中手骨遠位端変位の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすいするために、0% 時点の数値を 0 とし、熟練群とは反対の右大外刈で試技を行った未熟練群の左右成分の数値の正と負を入れ替えた。

分析区間 (0-100%) における第三中手骨遠位端変位左右成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、411.6mm、219.1mm、482.2mm、480.2mm、最小値は、-7.3mm、-7.2mm、

0mm、1.6mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、418.9mm、226.3mm、482.2mm、481.8mm である。

分析区間 (0-100%) における第三中手骨遠位端変位前後成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、283.3mm、427.6mm、255.7mm、328.9mm、最小値は、-109.1mm、-39.7mm、-57.2mm、-23.0mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、392.4mm、467.3mm、312.9mm、351.9mm である。

分析区間 (0-100%) における第三中手骨遠位端変位鉛直成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、141.1mm、198.2mm、0mm、156.7mm、最小値は、0mm、-9.4mm、-97.1mm、-6.7mm であった。最大値と最小値の変位の差はそれぞれ、141.1mm、207.6mm、97.1mm、163.4mm である。

左右成分の波形を見ると、熟練群は 0% から減少し、10% 付近から増加しているのに対し、対象者 C は 0% から増加しており、対象者 D はほぼ横ばいで推移し、20% 付近から増加している。また、対象者 B は対象者 ACD と比べて最大値が小さく、70% 付近で減少している。

前後成分の波形を見ると、対象者 C は 0% から減少しているのに対し、対象者 B は 0% から 20% 付近まで増加した後に減少しており、対象者 AD は 20% 付近までほぼ横ばいで推移した後に減少しており、対象者 A は負の方向へ大きく増加している。また、対象者 B は対象者 ACD よりも最大値が大きかった。

鉛直成分の波形を見ると、熟練群は 0% から増加し、増加幅が大きくなる 50% 付近の直前で減少しているのに対し、対象者 D は 60% 付近までほぼ横ばいで推移した後に増加幅が大きくなっている。対象者 C は 0% 時点から減少し、50% 付近から 100% まで緩やかに増加している。

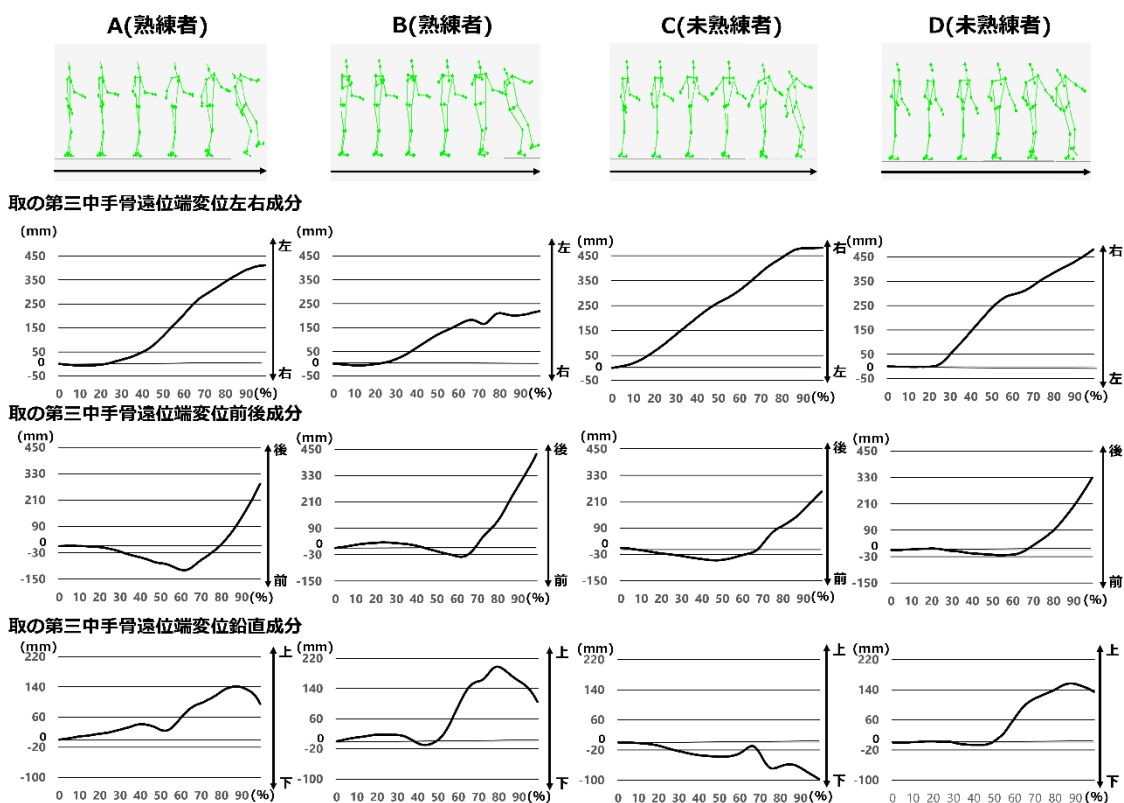


図 15. 対象者 4 名の試技における取の第三中手骨遠位端変位の比較

8. 取の第三中手骨遠位端速度について

図 16 は、対象者 4 名の試技の分析区間(0-100%)における、取の第三中手骨遠位端速度の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすいするために、0%時点の数値を 0 とし、熟練群とは反対の右大外刈で試技を行った未熟練群の左右成分の数値の正と負を入れ替えた。

分析区間(0-100%)における第三中手骨遠位端速度左右成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、1093.1mm/s、1283.2mm/s、895.3mm/s、1155.5mm/s、最小値は、-13.8mm/s、-459.5mm/s、-188.7mm/s、-10.6.5mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、1106.9mm/s、1742.7mm/s、1084.0mm/s、1166.1mm/s である。

分析区間(0-100%)における第三中手骨遠位端速度前後成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、1905.4mm/s、2165.8mm/s、1828.5mm/s、1787.8mm/s、最小値は、-482.9mm/s、-525.7mm/s、-136.6mm/s、-254.3mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、2388.3mm/s、2691.5mm/s、1965.1mm/s、2042.1mm/s である。

分析区間(0-100%)における第三中手骨遠位端速度鉛直成分の最大値は、実験対象者

ABCD それぞれ、575.9mm/s、1287.1mm/s、625.5mm/s、873.9mm/s、最小値は、-1186.3mm/s、-1452.9mm/s、-1378.6mm/s、-396.5mm/s であった。最大値と最小値の速度の差はそれぞれ、1762.2mm/s、2740.0mm/s、2004.1mm/s、1270.4mm/s である。

左右成分の波形を見ると、全対象者にそれぞれの特徴が見られた。特に、対象者 B の 60-80%付近の間に大幅な増減が見られる。

前後成分の波形を見ると、熟練群は 0%から減少傾向にあるが、未熟練群はほぼ横ばいで推移している。また、対象者 ABD は 60%付近から 100%まで増加傾向にあるが、対象者 A は 70%付近で僅かな減少が見られ、対象者 D は 65-70%付近の間、ほぼ横ばいで推移しているのに対し、対象者 B は 70%付近と 85%付近で減少が見られた。対象者 B は 40%付近から 100%まで増加傾向にあるが、60-80%付近の間に大幅に増減している。

鉛直成分の波形を見ると、対象者 A は 40%付近までほぼ横ばいで推移した後に 50%付近まで減少。そこから 60%付近まで大幅に増加した後に、70-80%付近まで再び増加をするが 100%まで減少傾向にある。対象者 B は 0-40%付近まで減少した後に 60%付近まで大幅に増加している。その後は 70-75%付近と 80-90%付近で増加しているが 100%まで減少傾向にある。対象者 C は 20%付近まで緩やかに減少した後に 65%付近まで緩やかに増加しており、70-80%付近の間で大幅に増減している。その後は 90%付近まで減少し、100%までほぼ横ばいで推移している。対象者 D は 50%付近までほぼ横ばいで推移した後に、60%付近まで増加。70-85%付近の間はほぼ横ばいで推移しているが 100%まで減少傾向にある。

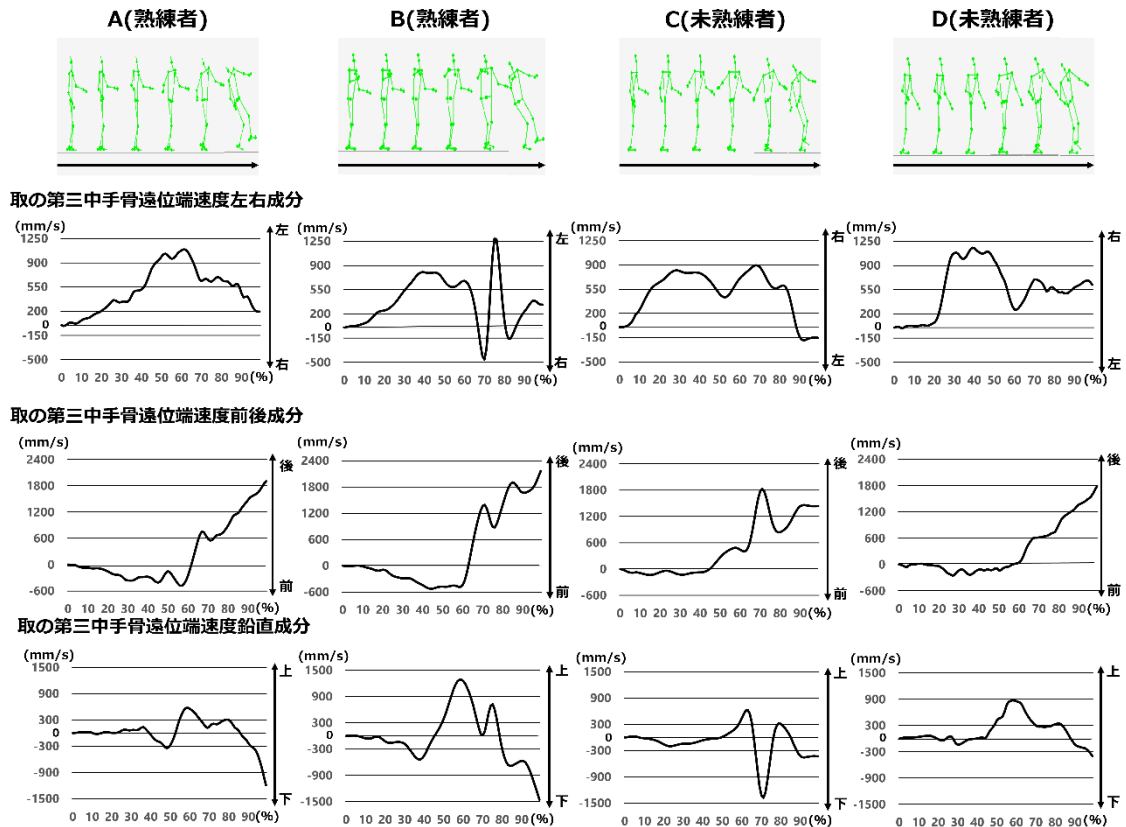


図 16. 対象者 4 名の試技における取の第三中手骨遠位端速度の比較

9. 取の第三中手骨遠位端移動距離について

図 17 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、取の第三中手骨遠位端移動距離の左右成分、前後成分、鉛直成分の変化を示したものである。

分析区間 (0-100%) における第三中手骨遠位端移動距離左右成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、426.3mm、287.3mm、482.2mm、483.5mm であった。

分析区間 (0-100%) における第三中手骨遠位端移動距離前後成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、505.2mm、558.9mm、370.1mm、388.3mm であった。

分析区間 (0-100%) における第三中手骨遠位端移動距離鉛直成分は、実験対象者 ABCD それぞれ、222.3mm、346.2mm、176.5mm、201.0mm であった。

左右成分の波形を見ると、対象者 ABD は 20% 付近まではほぼ横ばいに推移しているのに対し、対象者 C は 0% から増加している。また、対象者 ACD に比べて対象者 B の最大値が小さかった。

前後成分の波形を見ると、分析区間全体を通してほぼ一定であるが、未熟練群に比べて、熟練群の最大値が大きかった。

鉛直成分の波形を見ると、対象者 ABD は 50%付近から増加幅が大きくなるのに対し、対象者 C は 70%付近から大きくなっている。また、対象者 ACD と比べて対象者 B の最大値が大きかった。

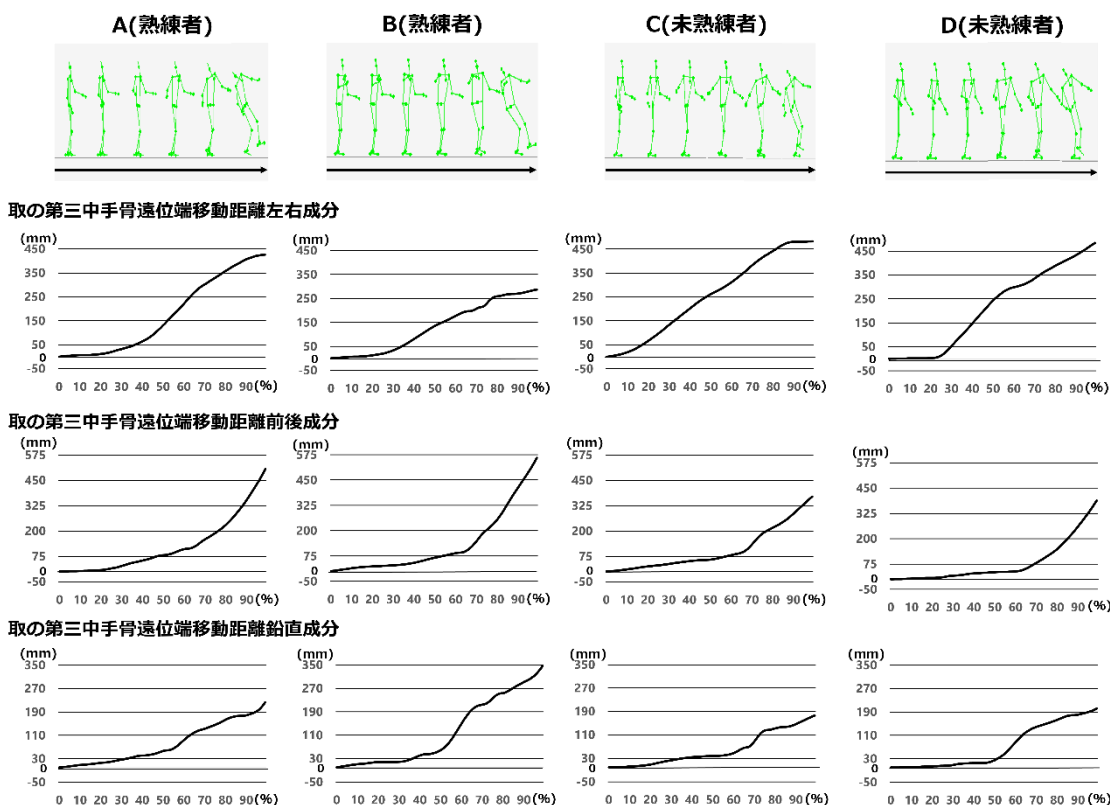


図 17. 対象者 4 名の試技における取の第三中手骨遠位端移動距離の比較

10. 受の踵座標変位鉛直成分について

ここでは受の重心が鉛直上方へ変位していた結果を受けて、受の支え足の踵の変位と関係があるかもしれないと考え、踵座標の変位を分析することとした。図 18 は、対象者 4 名の試技の分析区間(0-100%)における、受の踵座標の変位の鉛直成分の変化を示したものである。それぞれの対象者、他項目との比較をしやすいするために、0%時点の数値を 0 とした。尚、取に脚を刈られる際の受の支え足の踵座標を分析するため、左大外刈で試技を行った対象者 AB の試技では受の左足の踵の座標、右大外刈で試技を行った対象者 CD の試技では受の右足の踵の座標の変位を算出した。

分析区間(0-100%)における踵鉛直成分の最大値は、実験対象者 ABCD それぞれ、49.2mm、23.6mm、7.1mm、3.1mm であった。

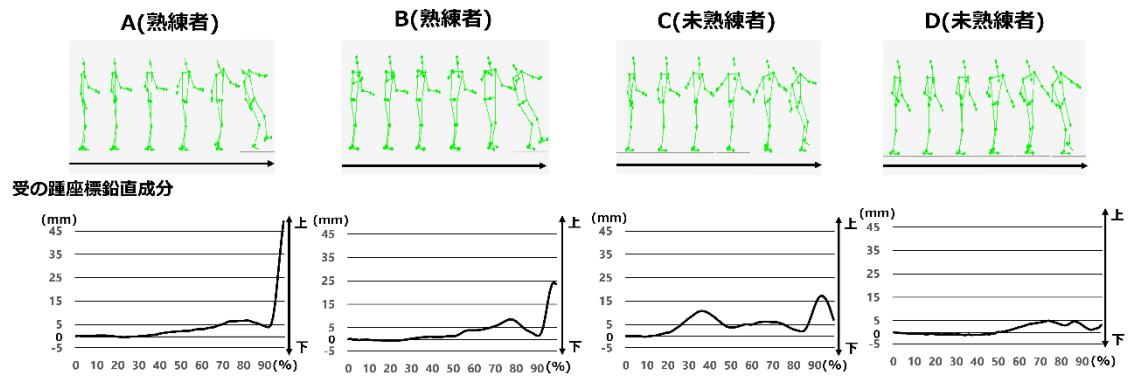


図 1 8. 対象者 4 名の試技における受の踵座標変位鉛直成分の比較

V 考察

1. 対象者の試技における受の崩れ

本研究では「身体重心が崩し動作開始前より高くなり、身体重心が支持基底面の辺に触れているか、外に完全に外れている状態を崩れた状態とする」と定義した。そのため、分析区間の 0% 時点よりも受の身体重心が鉛直上方に移動しており、身体重心変位が受の支持基底面の辺に触れている状態、もしくは外に完全に外れていれば受が崩れている状態といえる。

図 19 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、X 軸・Y 軸上の受の身体重心変位と胴体重心変位を受の支持基底面と比較したものである。

全対象者において、身体重心変位は、胴体重心変位よりも大きな軌道を描いていることがわかった。そして、0% 時点の重心位置は、対象者 A が支持基底面の中心に近く、その他の対象者は支持基底面の辺 C に寄っていた。また、未熟練群の 0% 地点の胴体重心変位は支持基底面の辺 C に触れていた。さらに、未熟練群はほぼ一定の軌道を描いているのに対し、熟練群には違いがあるように推察される。そして、対象者 A は他の対象者と比較して 0% 時点の重心変位よりも辺 C 側へ重心が移動しており、胴体重心変位は辺 C に触れている。対象者 A の胴体重心変位は辺 B 上を、対象者 CD の胴体重心変位は辺 D 上を横切るように通過しているが、対象者 B の胴体重心変位は辺 B に沿うように移動していることがわかった。

これらのことから、受の重心はそれぞれ取の引き手側へ移動しており、醍醐(1999)の「受の体重がのっている右(左)脚を、刈り上げて後方へ倒す技」、山本(1982)の「(右大外刈の場合)相手の右足にその体重がかかるように崩す」という技の説明と一致している。

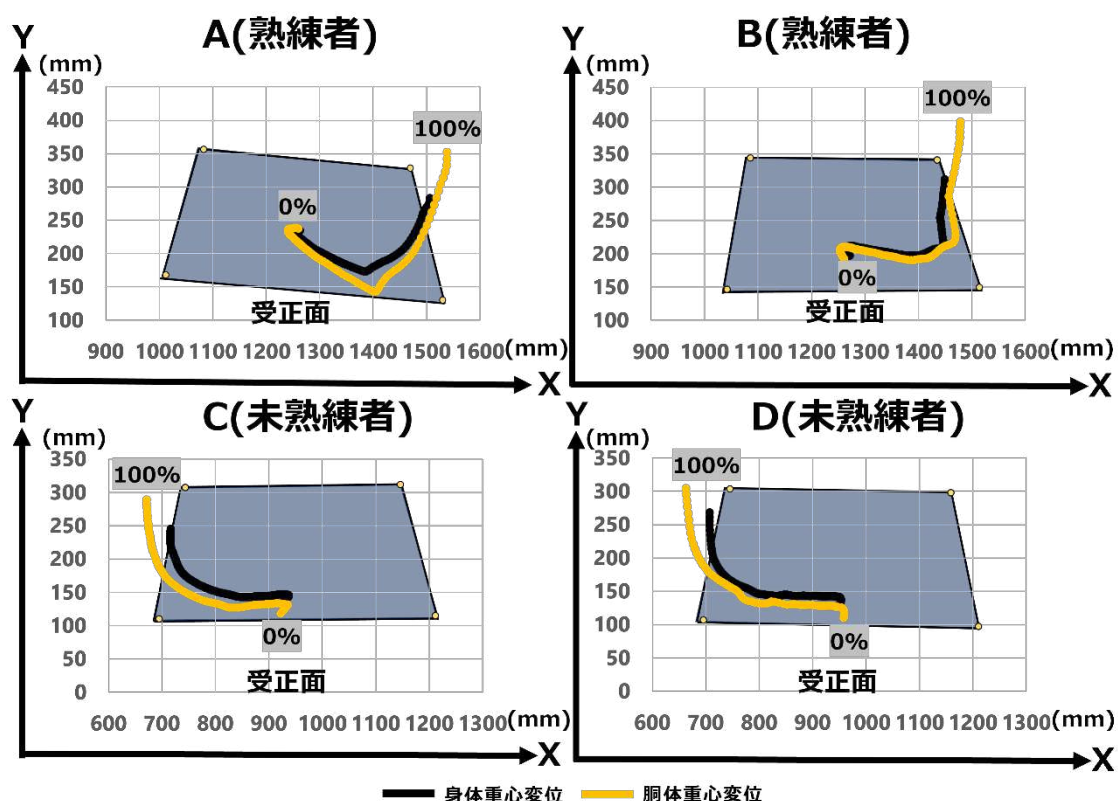


図 19. 受の支持基底面と X 軸・Y 軸上における
身体重心変位および胴体重心変位の比較

図 20 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の身体重心変位左右成分と取の第三中手骨遠位端変位左右成分を受の身体重心変位が受の支持基底面の辺に触れていた区間と完全に外れていた区間を比較したものである。

対象者 A の身体重心変位は、91%時点から辺 B に触れ始め、95%時点から支持基底面の外へ完全に外れている。辺 B に触れていた区間は 4%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 6%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 B に触れていた時間は 0.0792s で、支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.0417s であった。

対象者 B の身体重心変位は、92%時点から辺 B に触れ始め、支持基底面の外へ外れなかった。辺 B に触れていた区間は 8%で、規格化前の秒数で見ると、辺 B に触れていた時間は 0.1541s であった。

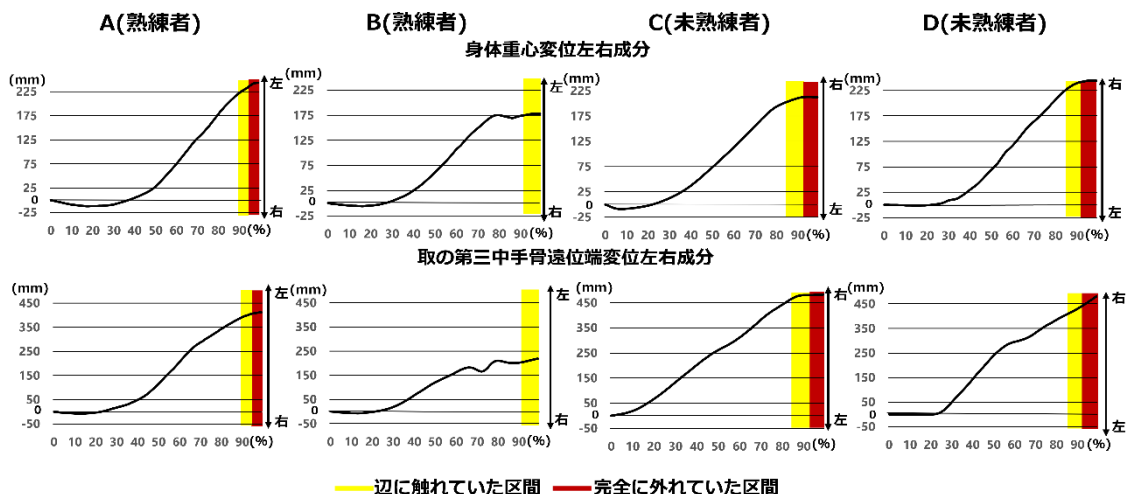
対象者 C の身体重心変位は、85%時点から辺 D に触れ始め、93%時点から支持基底面の外へ外れている。辺 D に触れていた区間は 9%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 8%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 D に触れていた時間は 0.0959s で、

支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.0125ms であった。

対象者 D の身体重心変位は、86%時点から辺 D に触れ始め、91%時点から支持基底面の外へ外れている。辺 D に触れていた区間は 6%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 10%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 D に触れていた時間は 0.1167s で、支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.0079s であった。

身体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を身体重心変位左右成分と合わせて見ると、対象者 A は触れている区間も外れている区間も増加しているが、対象者 B は触れている区間からほぼ横ばいで推移している。また、未熟練群は触れている区間で増加幅が小さくなり始め、外れている区間ではほぼ横ばいに推移している。

身体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を取の第三中手骨遠位端変位左右成分と合わせて見ると、対象者 A は身体重心変位左右成分との比較とほぼ一定で、対象者 B は触れている区間で増加している。対象者 C は触れている区間に入った直後から外れている区間までほぼ横ばいに推移している。対象者 D はどちらの区間も増加している。



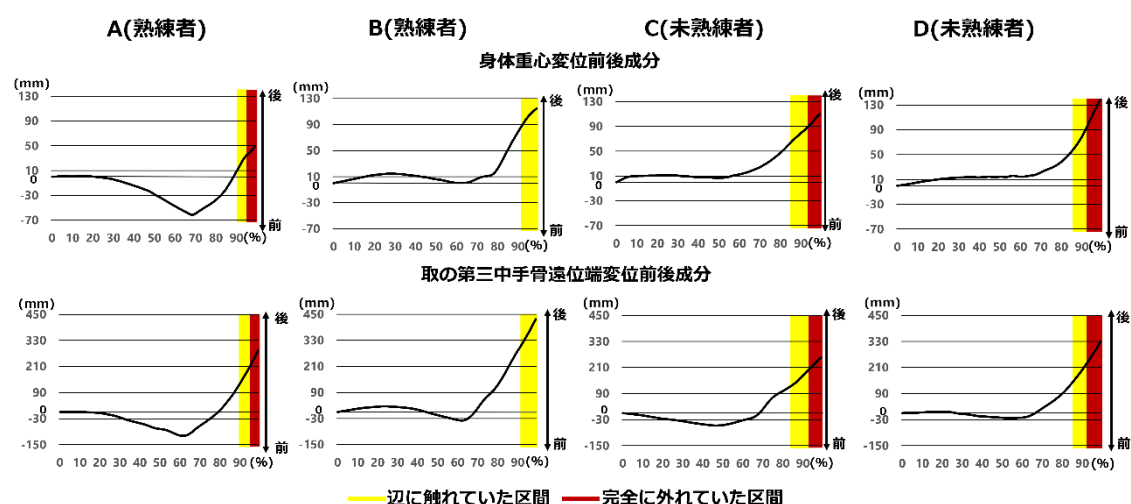
**図 20. 受の身体重心変位と取の第三中手骨遠位端変位の左右成分と
受の身体重心が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間の比較**

図 21 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の身体重心変位前後成分と取の第三中手骨遠位端変位前後成分を受の身体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間と比較したものである。

それぞれの対象者の身体重心変位が、支持基底面の辺に触れ始めた区間と、外へ完全に外れている区間、規格化前の秒数での触れていた時間と外に外れていた時間は図 20 と同様である。

身体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を身体重心変位前後成分と合わせて見ると、対象者 B の触れている区間と対象者 ACD 両方の区間において、前後成分は増加していた。

身体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を取の第三中手骨遠位端変位前後成分と合わせて見ると、全ての対象者の全ての区間において増加している。



**図 2 1. 受の身体重心変位と取の第三中手骨遠位端変位の前後成分と
受の身体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間の比較**

図 22 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の胴体重心変位左右成分と取の第三中手骨遠位端変位左右成分を受の胴体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間と比較したものである。

対象者 A の胴体重心変位は、66%時点から 71%時点まで辺 C に触れており、87%時点から辺 B に触れ始め、89%時点から支持基底面の外へ完全に外れている。辺 C に触れていた区間は 6%、辺 B に触れていた区間は 3%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 12%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 C に触れていた時間は 0.05s、辺 B に触れていた時間は 0.01167s で、支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.1s であ

った。

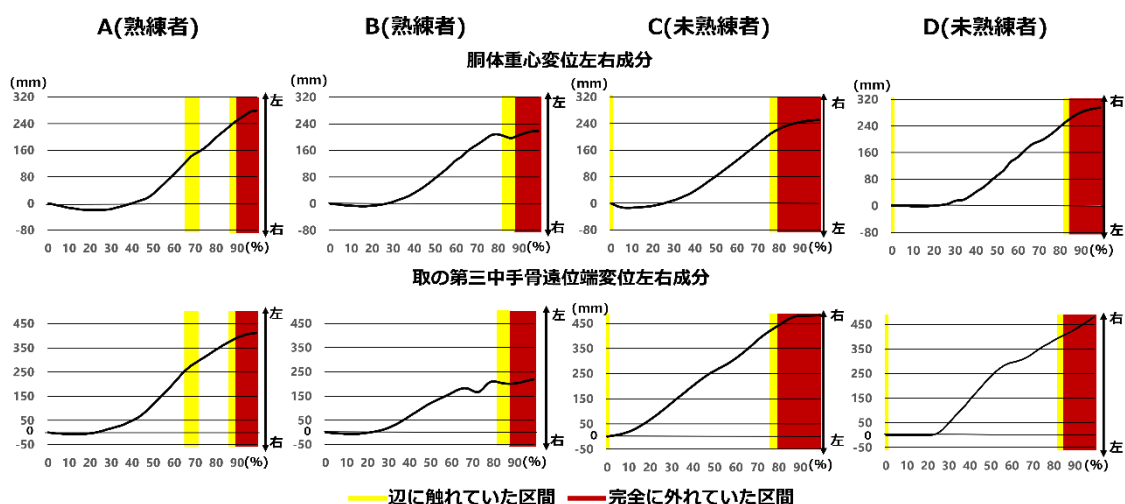
対象者 B の胴体重心変位は、81%時点から辺 B に触れ始め、88%時点から支持基底面の外へ完全に外れている。辺 B に触れていた区間は 7%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 13%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 B に触れていた時間は 0.1791s で、支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.125s であった。

対象者 C の胴体重心変位は、0%時点で辺 C に触れており、75%時点から辺 D に触れ始め、79%時点から支持基底面の外へ外れている。辺 C に触れていた区間は 1%、辺 D に触れていた区間は 26%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 22%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 C に触れていた時間は 0.0041s 未満で、辺 D に触れていた時間は 0.1667s で、支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.1375s であった。

対象者 D の胴体重心変位は、0%時点で辺 C に触れており、81%時点から辺 D に触れ始め、83%時点から支持基底面の外へ外れている。辺 C に触れていた区間は 1%、辺 D に触れていた区間は 82%で、支持基底面の外へ完全に外れていた区間は 18%であった。また、規格化前の秒数で見ると、辺 C に触れていた時間は 0.0041s 未満で、辺 D に触れていた時間は 0.1625s で、支持基底面の外へ完全に外れていた時間は 0.1459s であった。

胴体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を胴体重心変位左右成分と合わせて見ると、対象者 A は両方の触れている区間と外れている区間のどちらも増加しているが、対象者 B は触れている区間で減少から増加へ切り替わっており外れている区間は増加している。また、未熟練群は触れている区間も外れている区間も増加している。

胴体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を取の第三中手骨遠位端変位左右成分と合わせて見ると、対象者 A は両方の触れている区間と外れている区間のどちらも増加しているが、対象者 B は触れている区間では減少しており、外れている区間は増加している。また、対象者 C は触れている区間では増加しているが、外れている区間には増加しながら推移し、その後ほぼ横ばいに推移している。対象者 D はどちらの区間でも増加している。



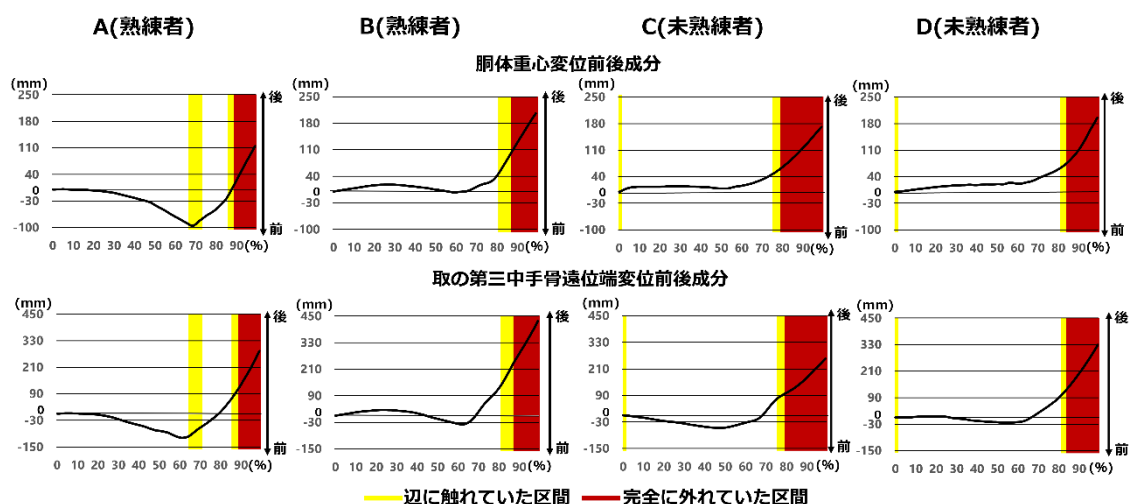
**図 2 2. 受の胴体重心変位と取の第三中手骨遠位端変位の左右成分と
受の胴体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間の比較**

図 23 は、対象者 4 名の試技の分析区間(0-100%)における、受の胴体重心変位前後成分と取の第三中手骨遠位端変位前後成分を受の胴体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間を比較したものである。

それぞれの対象者の胴体重心変位が、支持基底面の辺に触れ始めた区間と、外へ完全に外れている区間、規格化前の秒数での触れていた時間と外に外れていた時間は図 22 と同様である。

胴体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を胴体重心変位前後成分と合わせて見ると、対象者 A の辺 C に触れていた区間では、最小値まで減少し終わってから増加へと切り替わっており、辺 B に触れている区間と完全に外れる区間では増加している。対象者 BCD はどちらの区間も増加している。

胴体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を取の第三中手骨遠位端変位前後成分と合わせて見ると、対象者 A は最小値から減少し増加に切り替わった直後で辺 C に触れており、辺 B に触れている区間と完全に外れている区間では増加している。対象者 BCD はどちらの区間も増加している。



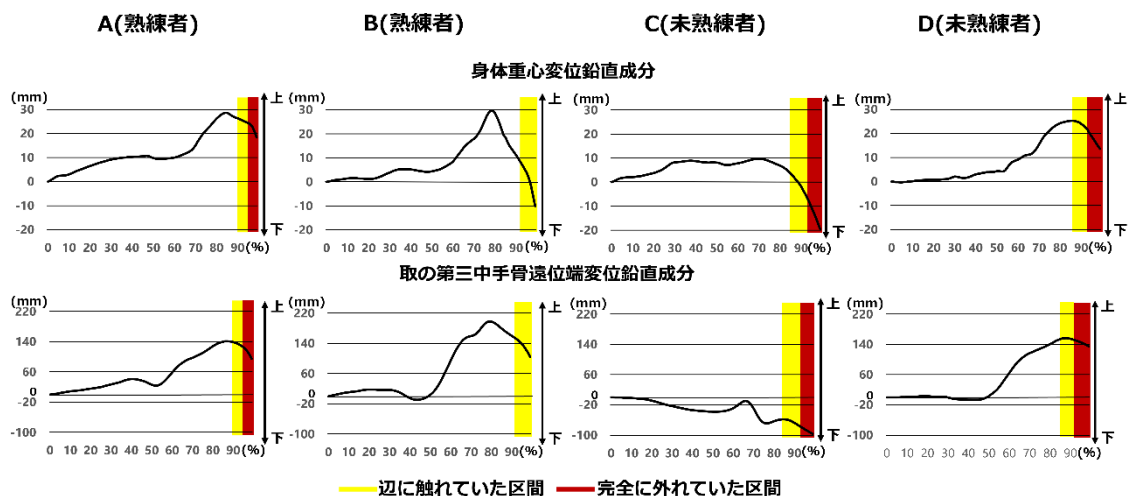
**図 23. 受の胴体重心変位と取の第三中手骨遠位端変位の前後成分と
受の胴体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間の比較**

図 24 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の身体重心変位鉛直成分と取の第三中手骨遠位端変位鉛直成分を受の身体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間と比較したものである。

それぞれの対象者の身体重心変位が、支持基底面の辺に触れ始めた区間と、外へ完全に外れている区間、規格化前の秒数での触れていた時間と外に外れていた時間は図 20 とほぼ一定である。

身体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を身体重心変位鉛直成分と合わせて見ると、対象者 A の触れている区間では減少しており、外れている区間に入った直後には減少幅が大きくなっている。対象者 B も触れている区間では減少しているが、途中から減少幅が大きくなっている。未熟練群もどちらの区間とも減少しているが、対象者 D は最大値に到達する直前で触れ始めており、区間に入った直後から減少している。

身体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を取の第三中手骨遠位端変位鉛直成分と合わせて見ると、熟練群はどちらも身体重心変位鉛直成分との比較と同様であり、対象者 C は分析区間の最後の増加を終えて減少に切り替わるのと同時に触れ始め、そこから完全に外れている区間が終わるまで減少している。対象者 D は触れている区間の途中で最大値に到達し、そこから完全に外れている区間が終わるまで減少している。



**図 2 4. 受の身体重心変位と取の第三中手骨遠位端変位の鉛直成分と
受の身体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間の比較**

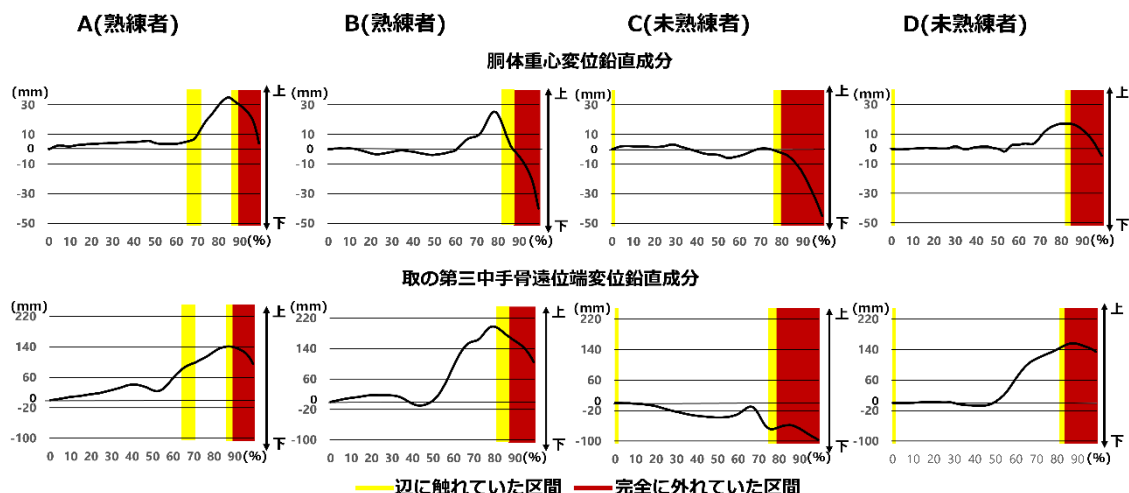
図 25 は、対象者 4 名の試技の分析区間 (0-100%) における、受の胴体重心変位鉛直成分と取の第三中手骨遠位端変位鉛直成分に受の胴体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間を比較したものである。

それぞれの対象者の胴体重心変位が、支持基底面の辺に触れ始めた区間と、外へ完全に外れている区間、規格化前の秒数での触れていた時間と外に外れていた時間は図 22 とほぼ一定である。

胴体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を胴体重心変位鉛直成分と合わせて見ると、対象者 A の辺 C に触れている区間の途中で急激に増加し始めており、最大値に到達し減少し始めた直後に辺 B に触れ始め、完全に外れている区間の途中で減少幅が大きくなっている。対象者 B は最大値から減少している途中で触れている区間に入り、完全に外れている区間に入る直前で減少幅が小さくなり 100% の直前でまた大きくなっている。対象者 C は最大値から減少し始めた直後に触れている区間に入り、完全に外れている区間の途中から減少幅が小さくなっている。対象者 D は最大値と同時に触れている区間に入り、減少しながら完全に外れている区間へ入っている。

胴体重心変位が支持基底面の辺に触れている区間と完全に外れている区間を取の第三中手骨遠位端変位鉛直成分と合わせて見ると、対象者 A は触れている区間では増加しており、最大値から減少へ切り替わるのと同時に触れ始めており、減少しながら完全に外れ

ている。対象者 B は最大値から減少し始めた直後に触れている区間に入り、完全に外れている区間まで減少している。対象者 C は分析区間の最小値に到達する直前で分析区間に入り、途中で増加に切り替わっており、完全に外れている途中で減少し始めている。対象者 D は最大値に到達する直前で、触れ始めており、完全に外れている区間に入った直後に減少に切り替わっている。



**図 25. 受の胴体重心変位鉛直成分と取の第三中手骨遠位端鉛直成分と
受の胴体重心変位が支持基底面の辺に触れた区間と完全に外れた区間の比較**

対象者 A の試技において、受の身体重心は 0%時点より最大で 28.7mm 鉛直上方へと移動しており、支持基底面の辺に触れ始めた時点で受の身体重心は 0%時点より 26.0mm 鉛直上方へ、支持基底面より外へ完全に外れた時点で受の身体重心は 0%時点より 24.4mm 鉛直上方へ移動していた。

対象者 B の試技において、受の身体重心は 0%時点より最大で 29.7mm 鉛直上方へと移動しており、支持基底面の辺に触れ始めた時点で受の身体重心は 0%時点より 8.3mm 鉛直上方へ移動していた。

対象者 C の試技において、受の身体重心は 0%時点より最大で 9.8mm 鉛直上方へと移動しており、支持基底面の辺に触れ始めた時点で受の身体重心は 0%時点より 3.6mm 鉛直上方へ、支持基底面より外へ完全に外れた時点で受の身体重心は 0%時点より 6.8mm 鉛直下方へ移動していた。

対象者 D の試技において、受の身体重心は 0%時点より最大で 25.3mm 鉛直上方へと移動

しており、支持基底面の辺に触れ始めた時点で受の身体重心は 0%時点より 25.3mm 鉛直上方へ、支持基底面より外へ完全に外れた時点で受の身体重心は 0%時点より 23.4mm 鉛直上方へ移動していた。

これらのことから、全ての対象者の試技において本研究における崩しの定義を満たしていた。しかし、対象者 C の試技において、支持基底面より外へ完全に外れた時点で、受の身体重心は 0%時点よりも下に位置していた。尚、柘植ら(1994)の研究では『支持面境界近くまで重心が崩されれば、そこから先は「作り」と「掛け」で相手を投げることのできる領域(生理的安全限界)が存在し、この領域は、取と受の力量の差、両者の筋量の差、取のフォームの正しさ等に依存する』と述べていることから、本研究で作成した支持基底面よりもさらに内側に生理的安全限界領域が存在することが推察され、鉛直上方へ移動した最大時には支持基底面の辺に触れるか、外へ外れていたとも推察される。

2. 取の第三中手骨遠位端変位左右成分と受の崩れの比較検討

取の第三中手骨遠位端変位左右成分において、対象者 ABCD の最大値はそれぞれ 411.6mm、219.1mm、482.2mm、480.2mm であった。それぞれの最大値と受の身体重心変位左右成分の最大値は比例していないことから、釣り手を引き手方向へ動かす距離は、受の重心を引き手方向へ移動させる直接的な要因ではないと推察できる。

3. 取の第三中手骨遠位端変位前後成分と受の崩れの比較検討

受の身体重心前後成分において、開始時点を除いた最小値点よりも前の最大値点から、開始時点を除いた最小値点までの減少幅は対象者 ABCD それぞれ、62.5mm、15.0mm、4.1mm、0.5mm となっており、熟練群は未熟練群よりも受の重心を前方に引き出しており、そこまでの区間が長いことがわかった。この結果は、今村らの主張および、本研究における仮説と一致していた(図 26)。

取の第三中手骨遠位端変位前後成分の最小値は対象者 ABCD それぞれ、-109.1mm、-39.7mm、-57.2mm、-23.0mm となっており、重心が前方へ移動した距離の長さとは比例していないため釣り手の位置を前方に移動させることが受の重心を前方に引き出す直接的な要因ではないと推察できる。

取の第三中手骨遠位端変位前後成分が最小値まで減少し始めた時点から最小値までの減少幅は対象者 ABCD それぞれ、110.8mm、65.7mm、57.2mm、29.6mm となっており、身体重

心前後成分の減少幅の大きさと比例していた。このことから、崩し動作を開始した時点から釣り手を前方まで引き出した距離ではなく、釣り手を前方へ引き出した最大時点から前方へ引き出し始める前の最大後方時点までの距離の長さが受の身体重心の前方へ動く距離と比例することが推察できる。

また、釣り手を前方へ引き出すことは、相手を自分に引き寄せることと同一動作であり、大藤ほか(2016)の「相手を自分に引き寄せる動作を行っている」という主張と一致している。

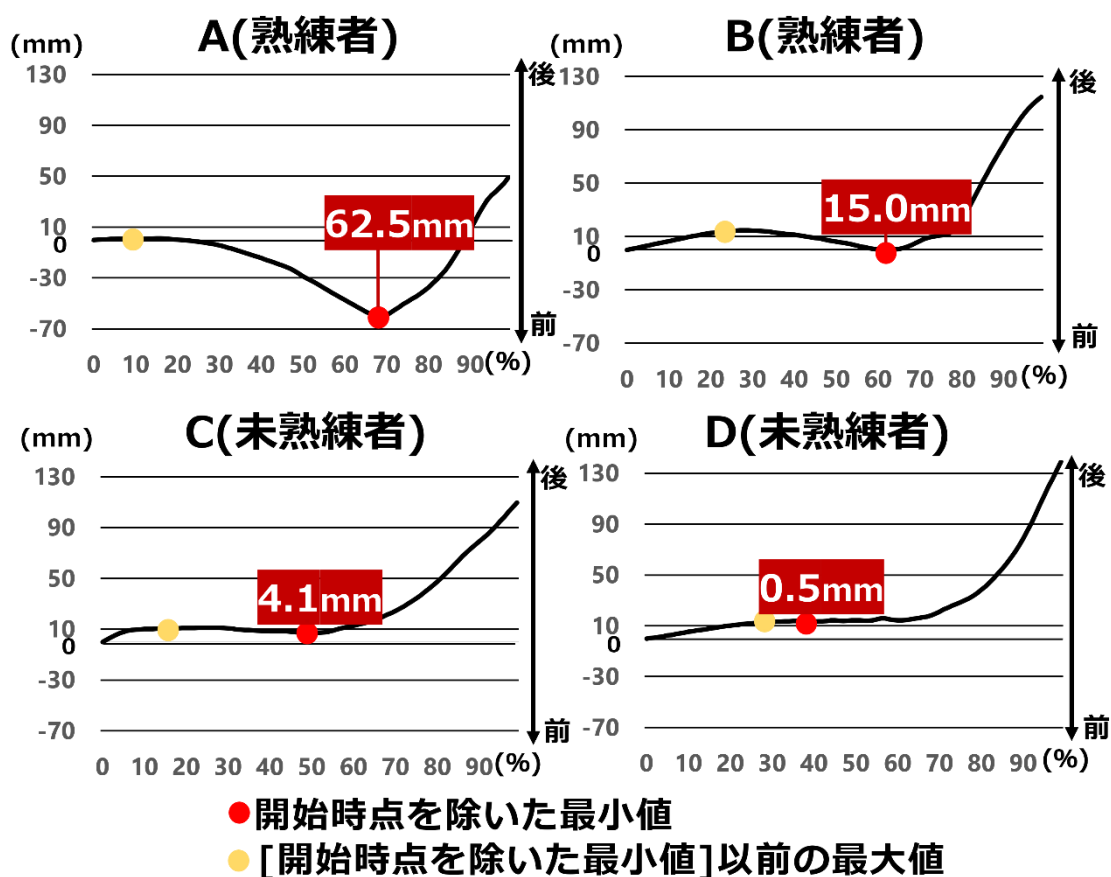


図 2 6. 受の身体重心変位前後成分の最小値までの減少幅の比較

4. 取の第三中手骨遠位端変位鉛直成分と受の崩れの比較検討

図 27 は、取の第三中手骨遠位端変位を Y・Z 面から見たグラフであり、取の釣り手の軌道を横から見たものである。それぞれの軌道を見ると対象者 ABD は楕円形の軌道を描いていることがわかった。そして、D は 100%時点に到達するまで綺麗な楕円形の軌道を持しているのに対し、熟練群は 100%時点に到達するまでに瞬間的に下方への歪みが見ら

れた。

また、この釣り手の動作は、醍醐(1999)の「(右大外刈・合四つの場合)押していた右手を、緩めて引き、その流れをきらずに楕円形に方向を転じて釣りあげながら(以降省略)」という説明や、上口孝文の「(左大外刈・けんか四つの場合)引き手方向へ、回し引きするように引きつける」(佐藤, 1999)という説明、河原月夫の「(左大外刈・合四つの場合)円を頭の中で描きながら釣り手を使うのだ」(佐藤, 1999)という説明と一致している。

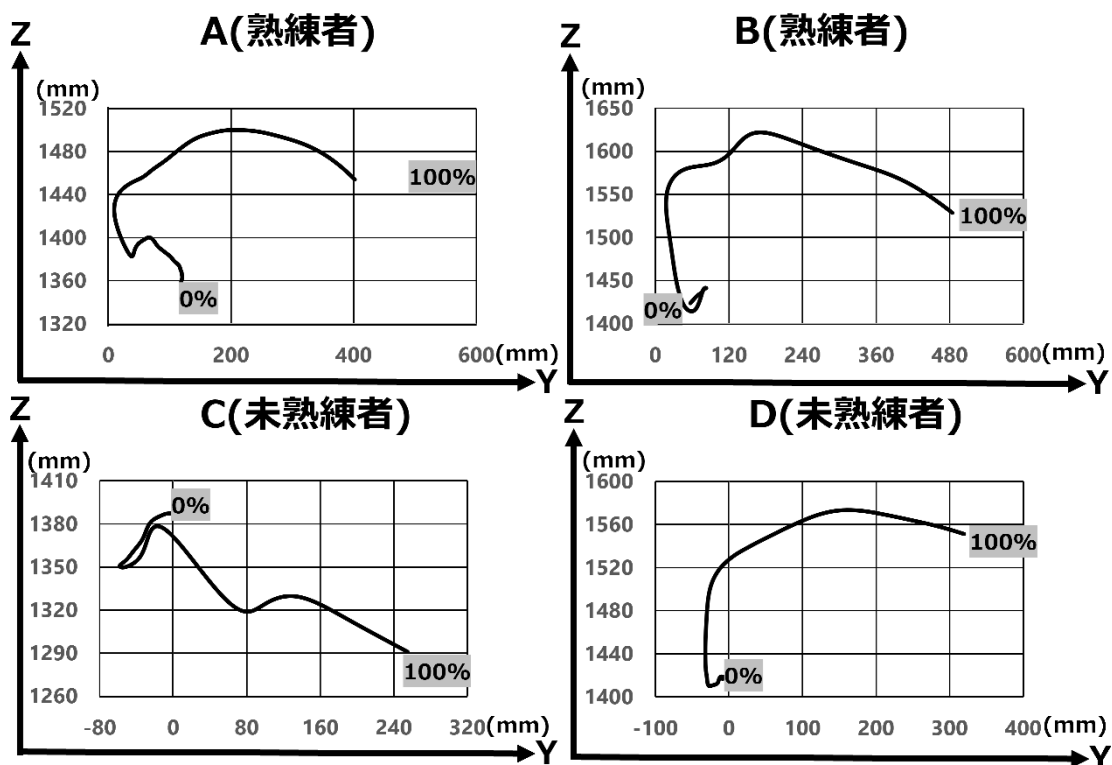


図 2 7. Y・Z 面から見る取の第三中手骨遠位端変位の軌道

図 28 は、図 27 に加えて受の身体重心と胴体重心の軌道も比較したグラフである。このグラフからどの対象者も身体重心と胴体重心の動きはおおよそ連動していることがわかった。さらに、熟練群は釣り手だけでなく受の重心も楕円形の軌道を描いて移動していた。

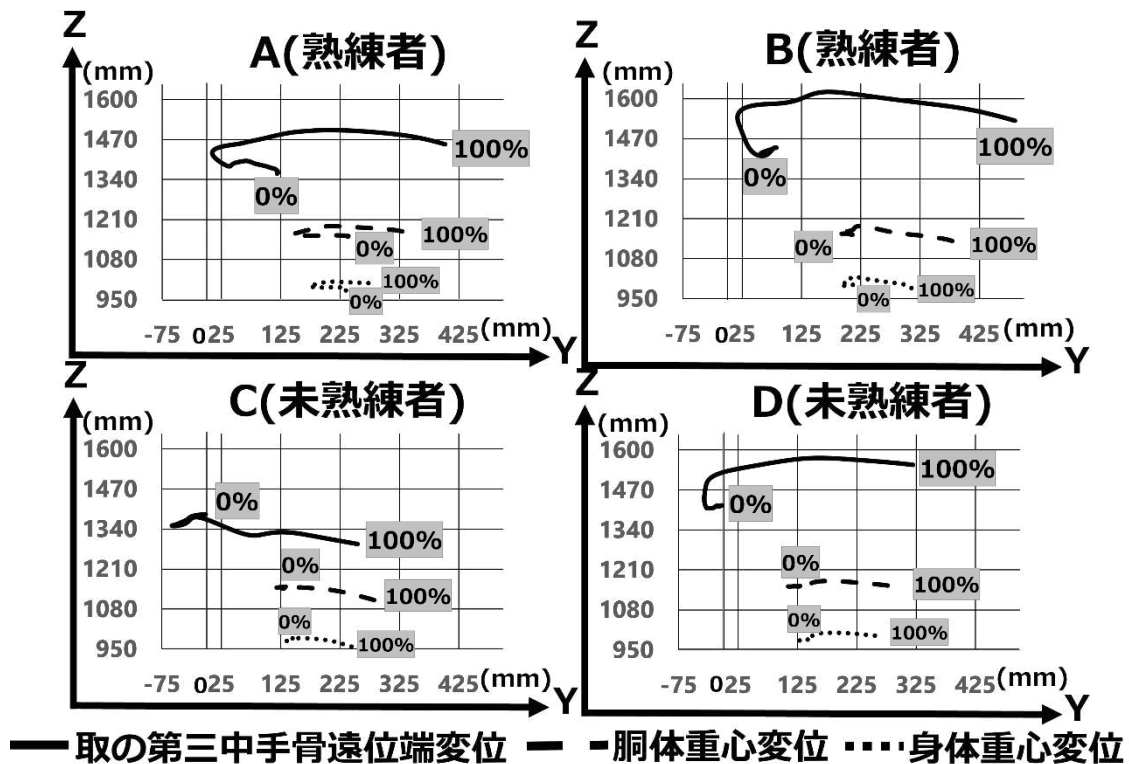


図 28. Y・Z 面から見る取の第三中手骨遠位端変位と
受の身体重心と胴体重心の軌道

5. 取の第三中手骨遠位端速度左右成分と受の崩れの比較検討

取の第三中手骨遠位端速度左右成分において、取の第三中手骨遠位端変位左右成分と同様に身体重心変位左右成分と比較しても関係性が深いと思われる個所は見つからなかった。このことから、引手方向へ釣り手を身体重心が動く大きさには、釣り手を引き出す距離(大きさ)や速度(勢い)は大きく影響されないことが推察される。そのため、引き手方向への身体重心の変位の大きさには、取の踏み込み足と連動した体の力か、引き手で引く力の影響が大きいと示唆された。

6. 取の第三中手骨遠位端速度前後成分と受の崩れの比較検討

図 29 は取の第三中手骨遠位端速度前後成分と取の第三中手骨遠位端変位前後成分のグラフを合成したものである。取の第三中手骨遠位端速度前後成分において、対象者 ABCD それぞれ大幅に増加し始める区間が、第三中手骨遠位端変位前後成分が増加し始める時点とほぼ一致している。このことから、対象者全員が、最前方へ引き出した釣り手を十分な勢い

を持って後方へ押し込んでいることが推察でき、二宮和弘の「(右大外刈・合四つの場合)右釣り手で一気に手前へ引つけ(以降省略)」(佐藤, 1999)という説明と一致している。

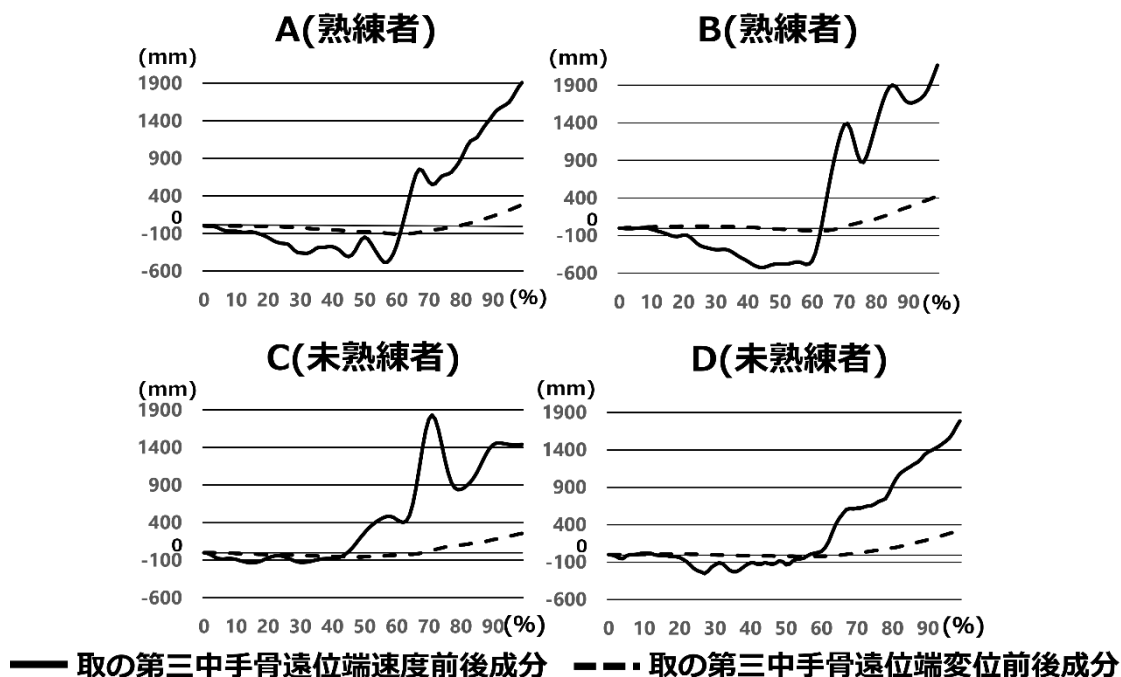


図 29. 取の第三中手骨遠位端速度前後成分と変位前後成分の比較

7. 受の踵座標鉛直成分と受の崩れの比較検討

受の踵座標鉛直成分において、受が取に刈られる足の踵の 100%時点での位置は対象者 ABCD それぞれ 0%時点よりも、49.2mm、23.6mm、7.1mm、3.1mm 上がっていた。このことから、熟練群は未熟練群よりも受の残り足の踵を上げていることが示唆された。

受の残り足とは反対の足が地面から離れて上がっていることが受の重心を高くしている大きな要因であることが考えられるが、この結果も熟練群が受の身体重心を高くしている要因の一つとして推察される。

さらに、踵が上がっている状態はつま先立ちになっている状態であるとも考えられ、園田義男の「相手の体は浮き、つま先立つ」(佐藤, 1999)という説明と一致していた。

8. 取の第三中手骨遠位端速度と受の身体重心速度の前後成分の比較検討

図 31 は、取の第三中手骨遠位端速度前後成分と受の身体重心速度前後成分を比較したグラフである。このグラフからは、それぞれの速度のピークを比較することで、取の釣り手か

ら受の身体重心へ伝わる力積の大きさや間隔を読み取れるのではないかと推察される。また、取の第三中手骨遠位端速度のピークが、受の身体重心速度よりも先行して訪れており、ピークの大きさの幅に類似性が見られれば、取の釣り手から伝わった力が受の身体重心に影響を及ぼしていると言えるのではないかと推察される。このグラフでは、負の値は受から見て前方に、正の値は後方への運動の速度を表している。

熟練群は 60%付近までどちらの値も負の値であった。また、対象者 D は負の速度は極めて小さいが、おおよそ同様の区間でどちらの値も負の値を示した点において熟練群と類似した結果となった。一方で、対象者 C は熟練群のような傾向は見られなかった。

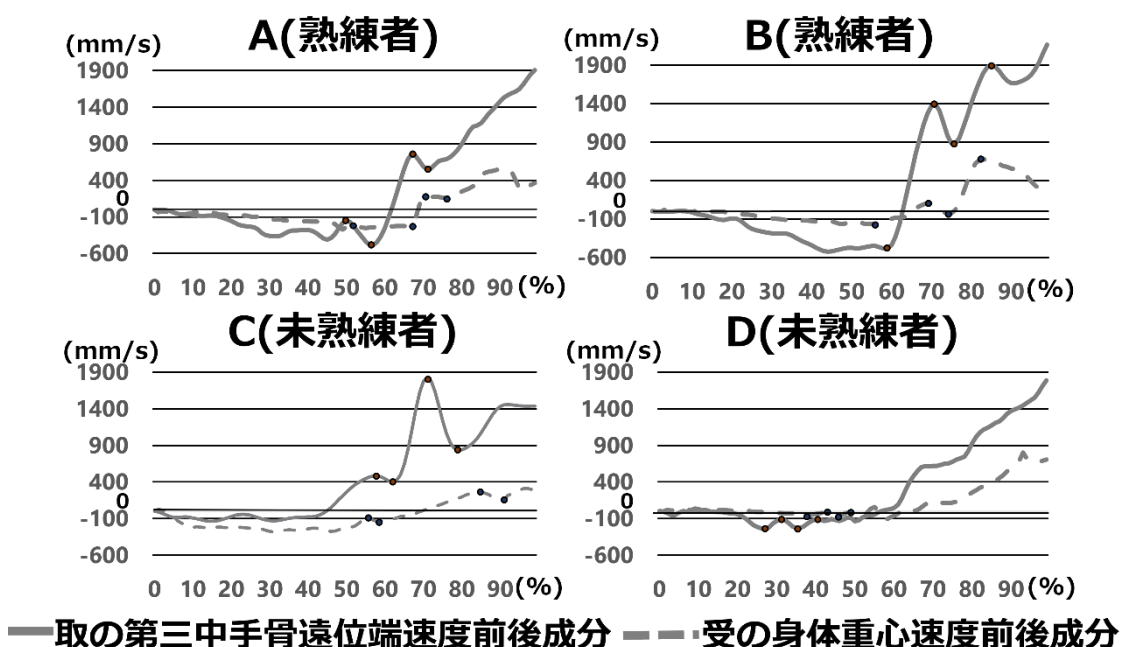


図 3 1. 取の第三中手骨遠位端速度前後成分と受の身体重心速度前後成分の比較

9. 取の第三中手骨遠位端速度と受の身体重心速度の鉛直成分の比較検討

図 32 は、取の第三中手骨遠位端速度鉛直成分と受の身体重心速度鉛直成分を比較したグラフである。このグラフは、図 31 と同様に取の釣り手から伝わった力が受の身体重心に及ぼす力の影響を鉛直成分から読み取った。

熟練群は、取の第三中手骨遠位端速度が 40-50%付近で負の値を示している区間から、60%付近で正の値へと変わる区間や、60-70%付近で受の身体重心速度が上がる区間が類似して

いた。未熟練群には、負の値の顕著なピークがないが、60%付近で正の値へと変わっている点が類似しており、対象者Dにおいては70%付近で受の身体重心速度の値が上がっていた。

熟練群は、取の釣り手の上向きへの運動量が、受の身体重心の上向きへの運動量に影響を与えた可能性があると考えられ、受の身体重心速度が上向きに上がっている点で対象者Dは熟練群と類似していた。しかし、取の釣り手の動作においては、熟練群は下から上向きへの運動が見られるが、対象者Dには見られなかった。

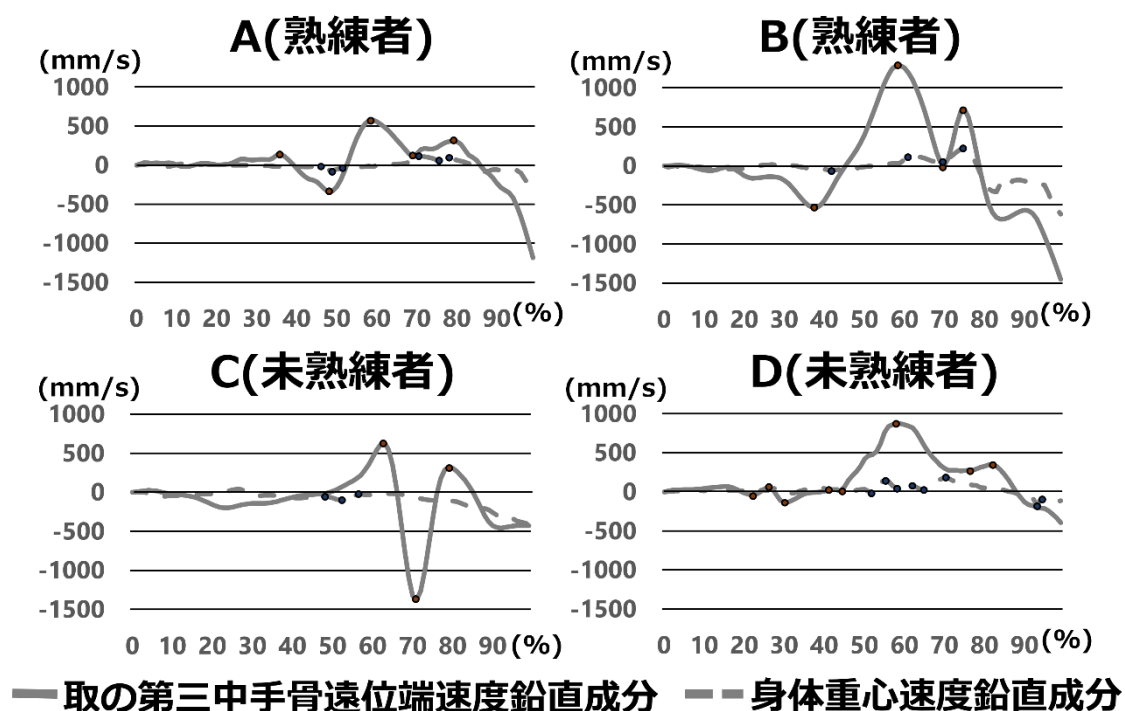


図3 2. 取の第三中手骨遠位端速度鉛直成分と受の身体重心速度鉛直成分の比較

VI 結論

本研究では、大外刈の投げ込み練習を行う際の熟練者と未熟練者の釣り手の崩し動作と受の動作を、キネマティクス分析を通して比較することで、熟練者の釣り手の崩し動作の特徴を解明することを目的とした。

本研究で、全ての対象者において見られた大外刈の施技の全容は以下であった。

- ① 受の身体重心は高くなる
- ② 受の身体重心は取の引き手側へ移動する
- ③ 受の身体重心は分析区間の初めから終わりまでの間に前方へ移動する
- ④ 受の身体重心と胴体重心は連動する
- ⑤ 分析区間の終わりには受の踵は上がる
- ⑥ 取の釣り手は後方へ移動していくまでの間に前方へ移動する
- ⑦ 取の釣り手は分析区間の終わりには後方へ移動している

これらの大外刈という技の特徴を含めて、熟練者と未熟練者を比較した結果、熟練者には以下の特徴があることが明らかになった。

- ① 未熟練者よりも受の身体重心を高くしていた
- ② 未熟練者よりも受の身体重心を前方へ移動させており、その区間が長かった
- ③ 釣り手と受の重心の軌道が楕円形に動いていた
- ④ 釣り手が鉛直方向上方の最大値点に到達する直前に下方へ移動していた
- ⑤ 技を掛ける瞬間に受の踵が約 24mm 以上上がっていた

以上の結果から、大外刈の釣り手の崩し動作において熟練者は未熟練者よりも、受の身体重心を高くし、長い時間を要して前方へ移動させていた。また、釣り手と同様に受の重心も円運動を生じさせており、釣り手が最上部に到達する直前に瞬間的に下方へ釣り手を下げていた。さらに、技を掛ける瞬間には受の踵が十分に上がるように仕向けていることが明らかになった。

本研究において、「熟練者は釣り手の円運動を生じさせ、受の重心を前方から後方へ移動させている」と仮説を立てたが、これらの動作は未熟練者にも見られ、熟練者に限った特徴と

は言えなかったが、熟練者は釣り手だけでなく受の重心にも円運動を生じさせており、未熟練者よりも前方へ移動させていた。

また、未熟練者 D は、一部分において熟練者と類似した結果が示唆された。この結果は、今回の研究で分析、算出した部分では解明できなかった別の要素が大きく影響していると推察される。柔道競技では投げ込みにおいて相手を崩して上手く投げることができても、実戦ではその通りに相手を投げるができない場合がある。この点を考慮すると、対象者 D は未熟練者ではあるが、大外刈の崩し動作におけるフォームを作ることはできていた点で対象者 C よりは熟練度が上であると推察される。また、柘植らが述べていたように、取と受との間の力量や筋量などによる影響も大きく、体力的な面で熟練者の技術と同様の崩し動作を行うことも可能だと考えられる。

さらに、熟練者が受の重心を高くする直前に下方へ動かしていた動作は、受の重心が後方へ移動するまでの間に前方へ動かすことで起こしていると考えられている、受の防御動作を上下間でも起こしており、相手の重心をより高い位置に移動させることで未熟練者よりも相手の力を利用して崩しているのではないかと推察される。

VII 今後の展望

本研究で行ったキネマティクスの分析は、受の身体と胴体の重心、取の釣り手（第三中手骨遠位端の1点）であった。その他の関節の角度（股関節や膝など）や体幹の傾斜角（前後左右）などのキネティクスのデータは見えていない。今後は分析項目を増やし、研究をさらに深掘りしていくことで大外刈の崩し動作における熟練者の新たな特徴が見つけられると考えている。また、今回の研究では取の釣り手のみに着目して研究を進めたが、崩し動作は釣り手の動作だけでなく引き手の動きや踏み込み足など様々な要素が複合して行われているため、断片的な研究ではなく「崩し」の全体を対象とした研究が展開されていくことを期待する。

また、本実験では被験者の人数が少なかったため、実験データの統計的な有意差を算出することが出来なかった。さらに、実験時には、受は柔道着を着用せずに帯をたすき掛けしたため、柔道着を着用して行う実験よりも分析結果の精度は低いと考えられる。より速さと力強さと弾みをつけた実戦に近い技で受を投げても衝撃に耐えることができ、円滑に分析を進められる実験装置や環境が整うことを願っている。

最後に、本研究では柔道の指導現場における技術指導の課題解決が目的の一つであった。本研究で明らかになった熟練者における大外刈の崩し動作の特徴は、コーチング現場で活かすことが可能であると考えている。実際に指導する際には、技の形を作り反復することで動作を体に染み込ませる、かかり練習（打ち込み練習）において、上記の特徴を意識しながら大袈裟に相手を崩すことが重要だと推察される。なぜなら実戦においては、相手の投げられまいと反抗する力が相互にぶつかり合うことで練習よりも小さな動きになってしまうからである。日常の練習において「釣り手を楕円形に動かしながら前方から上方へ大きく動かし、受の踵を上げるように崩すこと」「崩す最中に釣り手を瞬時に下方へ移動させて相手の状態を揺さぶること」を意識して潜在的に癖付けることによって実戦で大外刈の試技を成功させるための練習に役立たせることができるのではないかと考えている。

文献

- ・阿江通良・湯海鵬・横井孝志：日本人アスリートの身体部分習性特性の推定, バイオメカニズム, 11 : 23-33, 1992
- ・石井孝法・岡田弘隆・増地克之・坂本道人・小俣幸嗣：柔道投技における崩しの基礎的研究, 武道学研究, 40-(3) : 11-16, 2008
- ・今村 T.Rodney・射手矢岬・石井孝法：柔道の「崩し」・「作り」と抵抗性反応理論, 講道館柔道科学研究会, 第 11 輯, 2007
- ・大滝忠夫・竹内善徳：論説柔道, 不味堂出版, p135・137-139・174, 1984
- ・大藤潤也・伊藤剛・谷明香・長田結衣・森田美希・伊東太郎：柔道の大外刈における習熟度からみた釣手側の上肢および上肢帯筋群の活動様相, 日本体育学会大会予稿集, 67, 2016
- ・講道館：柔道 技名称一覧, kodokanjudo.org/waza/list/ (閲覧日 2022 年 12 月 26 日)
- ・佐藤宣践：柔道 技の大百科 第 2 巻, p1, 株式会社ベースボールマガジン社, 1999
- ・醍醐敏郎：写真解説 講道館柔道・投技 中巻, p126・132, 1999
- ・高木雅也・藤波努：表面筋電図を用いた柔道の駆け引きの「技」による崩し動作の分析, 人工知能学会全国大会論文集, 2011
- ・柘植俊一・松島浩三・竹内善徳・中村良三：バイオメカニクスから見た柔道投げ技の基礎的研究, 筑波大学, 1994
- ・東京都柔道連盟：「柔道の魅力」, <https://tojuren.or.jp/appeal/index.html> (閲覧日 2022 年 12 月 20 日)
- ・戸田宜孝：柔道における崩しの研究, 武道学研究, 17-1, 1985
- ・中亮：柔道の投げ技における「崩し」の緊張と「掛け」の速さについて(第 2 報), 体育学研究, 9 巻 1 号 p40, 1964
- ・檜崎教子・清水知恵・本多壮太郎：体落としのバイオメカニクスの解析 —柔道初級者の効果的な指導法の確立—, 国立大学法人福岡教育大学, 2021, <https://www.fukuoka-edu.ac.jp/research/project/project.html>. (閲覧日 2022 年 12 月 10 日)
- ・松本芳三：柔道のコーチング, 大修館書店, p45・83~84・88, 1975
- ・三戸範之：柔道投技におけるフェイントの方法, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学部門, 62, p85-92, 2007
- ・三戸範之・川村禎三・竹内善徳・中村良三：柔道における前方向の崩しに関する生体力学的研究 —崩しの認知について—, 武道学研究, 18-2, 1985

- ・ 文部科学省：学校体育実技指導資料第 2 集「柔道指導の手引（三訂版）」,p177,2013,
https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/jyujitsu/1334217.htm(閲覧日 2022 年 12 月 26 日)
- ・ 文部科学省：【保健体育編】中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説,p146,2017,
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387016.htm(閲覧日 2022 年 12 月 26 日)
- ・ 山口瑞生・桜井伸二：バランス能力評価のための COP および COM の動揺指標の比較
検討, 中京大学体育研究所紀要 Vol,34,2020
- ・ 山本秀雄：柔道入門, 東京書店, p102-103,1978
- ・ 山本広樹：直立姿勢時における重心動揺の測定値, 近畿大学工業高等専門学校研究紀要/近
畿大学工業高等専門学校研究紀要委員会編, 2012
- ・ 渡邊進・石田弘・小原謙一・吉村洋介・大坂裕：壁面への指先接触が立位重心動揺とヒラ
メ筋の筋活動に及ぼす影響, 理学療法士 Supplement,2009