

2016 度 修士論文

クライミング競技における  
ドロップニー動作のスポーツ医学的検討

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 スポーツ医科学研究領域

5015A027-7

趙 瑋嘉

研究指導教員：鳥居 俊 准教授

## 目次

### 第一章 緒言

1. クライミング競技とは . . . . . 1
2. ドロップニーを中心として見た下肢損傷 . . . . . 4
3. 研究目的 . . . . . 9

### 第二章 研究 1：クライミング選手の特徴について

1. 対象 . . . . . 10
2. 方法 . . . . . 12
3. 結果 . . . . . 13
4. 考察 . . . . . 16

### 第三章 研究 2：関節可動域とドロップニー動作の検討

1. 対象 . . . . . 17
2. 方法 . . . . . 19
3. 結果 . . . . . 24
4. 考察 . . . . . 35

### 第四章 総合議論

1. 総合考察 . . . . . 37
2. 研究の限界 . . . . . 38

### 第五章 結論 . . . . . 39

### 参考文献 . . . . . 40

### 謝辞 . . . . . 44

# 第一章 緒言

## 1. クライミング競技とは

### 1.1. スポーツクライミングの位置付け

クライミング競技はロッククライミングの中で、スポーツクライミングと分類されている。

そしてスポーツクライミングは道具に頼らずに自分の手足の力を使い、事前に岩に打たれたボルトで安全を確保し、危険性を排除された岩か人工壁で登ることである。ロープ使用の有無によって、ボルダリングとリードクライミングとも分類されている(図1)[北山真, 2016]。また、競技としてスピードで順位を決める種目もある。

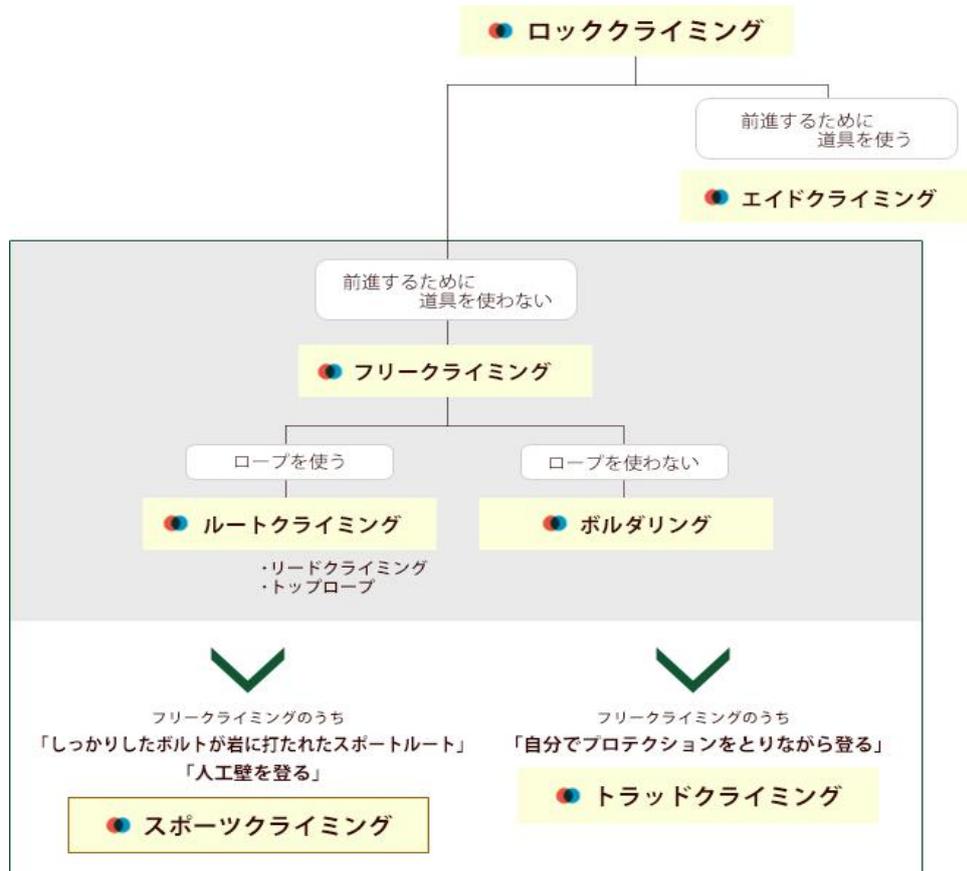


図1 クライミング運動の分類[北山真, 2016]

## 1.2. 種目分け

IFSC（国際スポーツクライミング連盟）が統括する公式競技会で行われている種目はボルダリング、リードクライミング、スピードクライミングの三種目である[目次容子, 2009]。

ボルダリングは、地面に敷いてあるマットの上から 5m までの壁を使い、短い距離出難易度で競う競技で、三種目の中で一番関節に負担が大きい種目である。競技は一回あたり、複数の課題（公式戦では 4 課題から 5 課題が普通）を、各選手が一課題ずつ制限時間内にトライする。順位は完登した課題数と完登までにトライした回数（少ないほうが上位）で決まる。

リードクライミングの壁は十数メートルがある。制限時間内に（公式戦では 8 分が目安）人工壁に設置してある支点到にロープを自らかけながら、安全を確保された状態で、一回のトライで落下するまでの高さで順位が決まる。

スピードクライミングは 15m で、より競技性を持つトーナメント方式が採用される。二人が同時に登り、先に終了点に手を届いたものが勝つ[北山真, 2016]。

## 1.3. 日本におけるスポーツクライミングの近況

1956 年からフリークライミングを始め、スポーツクライミングがオリンピック追加種目担った現在に至って、日本におけるスポーツクライミングの発展はジム数と競技者数が増加している傾向が見える[目次容子, 2009]。日本全国のクライミングジム数は 2017 年 1 月の時点において 438 店を超えた。そして、日本山岳協会での競技選手登録者総数は、2014 年で 8,395 名、2015 年で 8,742 名、2016 年で 9100 名に増加した。

日本代表選手成績も 2016 年の世界選手権で、国別ランキングでロシアに次ぐ 2 位であった。そしてスポーツクライミングが 2020 年東京五輪の追加種目となったことでスポーツ選手をはじめ、生涯スポーツとしての愛好者の数も増える傾向がある一方、スポーツクライミングに関する研究はまだ少なく、知識の乏しさによるスポーツ損傷が必然的に生じると考えられている[目次容子, 2009; S.R.Bollen ら, 1990]。

## 2. ドロップニーを中心として見た下肢損傷

### 2.1. スポーツクライミングに関する損傷率分布

スポーツクライミングにおける損傷は下肢より、上肢のほうが多い。[Haas JC ら, 1995; Largiader U ら, 1993; Paige TE ら, 1998; Rohrbough JT ら, 2000; Shea KG ら, 1992]特に指における損傷は 41%もある。そして、膝損傷の比率は 3.6% (図 2)。下肢における損傷の原因は主に落下とオーバーユースによる障害であった。[M. Majewski ら, 2006; Paige TE ら, 1998; Volker Schöffl ら, 2013]

Acute and chronic injuries	<i>n</i> = 604
Fingers	247 (41.0)
Forearm/elbow	81 (13.4)
Foot	55 (9.1)
Hand	47 (7.8)
Spine/torso	43 (7.1)
Skin	42 (6.9)
Shoulder	30 (5.0)
Knee	30 (3.6)
Others	37 (6.1)
Polytraumatic	5 (0.8)

図 2. クライミングが原因になる損傷部位分布 [Schöffl V ら, 2013; Schöffl V ら, 2003]

そして、近年、クライミング技術の発展と競技強度の増加によって、上肢の損傷が減る一方、下肢損傷の割合が増加していることが示唆された (図 3) [Volker Schöffl ら, 2015; 西谷ら, 2006]。

下肢損傷率が増加した原因としては、近年は垂直壁より、多く前傾壁で登る傾向がある。クライミング課題強度が増大と共に技術も進化し、

上肢の負担を減少するためにドロップニー、ヒールフックなどの下肢関節に負担がかかる技が発明された。そして、前傾壁のための技術（ドロップニー、ヒールフックなど）は下肢関節の可動域に相関があると想定されていた[Andreas Schweizer ら, 2012]。

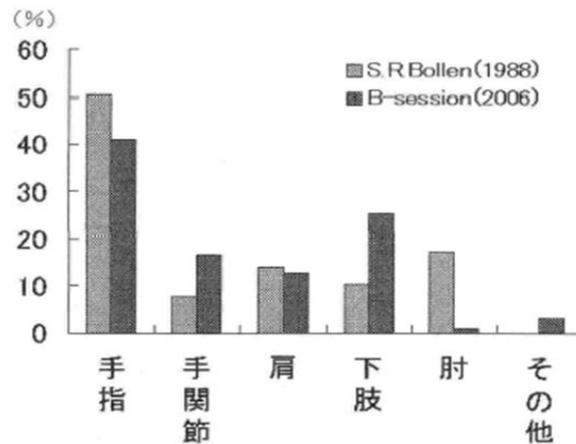


図 3. 先行研究と傷害部位の割合 [西谷ら, 2006]

しかし、下肢についての研究は少ないため、損傷減少を目的にした科学的に正しい技の使用方法がなく、研究する必要があると示唆されている [西谷ら, 2008]。

## 2.2. ドロップニー動作の目的

クライミングにおいて、技術が運動能力を左右する最も重要な要素である [西谷ら, 2006]。その中で、ドロップニーは、クライミング競技でよく使われている技術である [西谷ら, 2011]。そして、ドロップニー動作の目的は上肢にかかる負担を最小限に抑え、下肢関節のねじりを使い壁の近い方に身体をロックし、身体の安定性を高めることである [山と溪谷社, 2014]。

### 2.3. ドロップニー動作の特徴

スポーツクライミングの技において、2つの基本的な分類があり、正対系とねじり系がある。捻り系技体幹をねじることで腕のパワーを節約して登る方法である。正対系の技が、肘を深く曲げて体を高い位置に持っていくのに対して、ねじり系の技では、体幹を曲げることによって、肘を曲げずに体の重心を高めることができる。

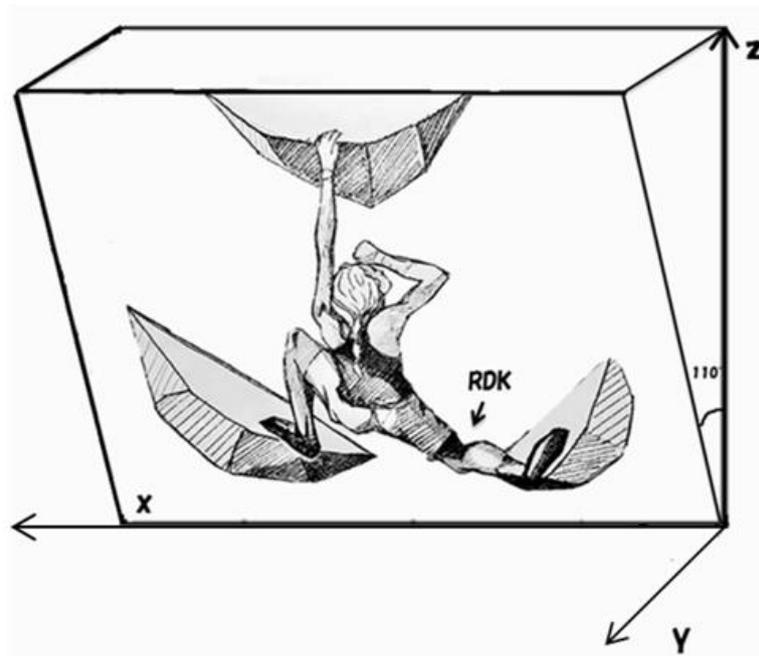


図 4.右ドロップニー (RDK)

そして、俗称がキョンとバックステップであるドロップニーはねじり系のムーブに属する。ドロップニーは体軸をねじる上、左右にあるホールドに両足で反対側に力を入れて対抗し、さらに膝屈曲位の回旋を加え動作である。(図 4) によって、上肢への負担が小さく、下肢で身体の安定性が確保される。足と体幹を同時にねじることがポイントと言われる[山と溪谷社, 2014]。

ドロップニーのような特徴のある技は動作を解明するのが難しいと考えられる。主に膝の屈曲と下腿の強い回旋運動でなされる[菊地敏之ら, 2005]。

## 2.4. ドロップニーと膝損傷

スポーツライミングにおけるドロップニーは、非日常の動きで下肢へ大きな負担をかける技であるため、膝の損傷をともなう。主に、以下の三種類が示唆される[菊地敏之ら, 2005]。

- ① 外側半月板損傷
- ② 内側半月板、内側支持機構（MCLを含む）の損傷
- ③ 膝蓋大腿関節症（外側型）、膝蓋骨脱臼 etc.

ドロップニーが膝の損傷とつながる同時に、パフォーマンスを追求するため、ライミング競技に参加する者の中、ドロップニーの使用率が高いと示唆された。特に上級者では得意の技がドロップニーと答えた選手が一番に多かった(図5)。

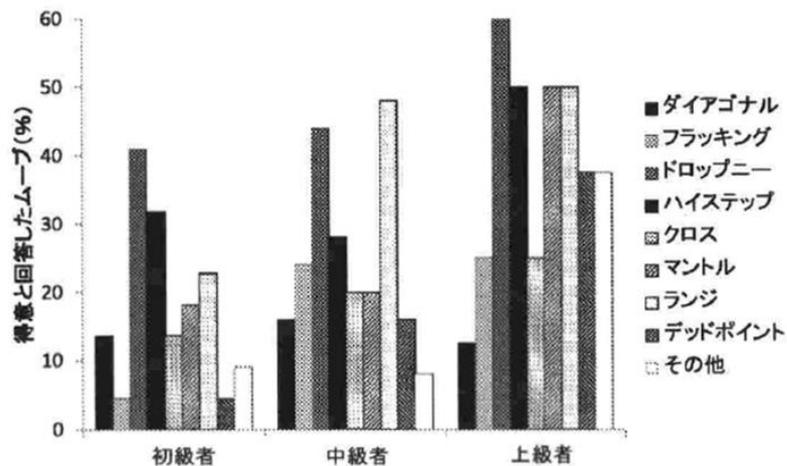


図5. グレード別でのドロップニー使用率調査[西谷ら、2011]

ドロップニーは身体の安定性を大幅に高める事ができる一方、膝を痛めやすいと言われる[菊地敏之, 2003;北山真, 2015]。そして、ドロップニーの使用率が高い一方、損傷予防についての科学的な研究はまだなかった。

### 3. 研究目的

動作改善や身体能力の改善により、クライミング競技における特殊な技であるドロップニーが原因になる膝損傷が回避可能と考える。ドロップニー動作を解明し、損傷を起こすことなく、より高いパフォーマンスを発揮できることを目的としている。

- ① 選手の技や身体情報について、上級と中級、また、膝痛歴有無での違いを明らかにする。
- ② 選手の膝痛歴有無の比較による、ドロップニーが原因になる損傷の予防策を探る。
- ③ 上級者と中級者の比較による、クライミング競技者のパフォーマンスを向上する方法（技術改善＋身体能力の上昇）を探る。

これらの目的に対して以下の仮説を立てた。

- ① ドロップニー使用率の高いものは膝痛率が高い。
- ② 股関節（内旋）の柔らかい者はドロップニーでの膝障害が少ない。
- ③ ドロップニー動作中、上級者群は中級者群より、効率よく関節を動かしている。
- ④ ドロップニー動作中、膝痛歴無し群は膝痛歴有り群より、膝関節への負担が小さい。

## 第二章 研究 1：クライミング選手の特徴について

### 1. 対象

本研究の被験者はクライミング練習歴 1 年以上の健常成人選手 50 名（年齢  $29.7 \pm 11.1$  歳、身長  $165.5 \pm 7.4$ cm、体重  $56.2 \pm 9.4$ kg、BMI  $20.4 \pm 2.1$ %、クライミング歴  $6.4 \pm 4.1$  年）とした。

被験者には、事前に実験の測定内容を説明し、理解を得た上で、書面的な同意を得た。なお、本研究は早稲田大学「人を対象とする研究に関する実施承認書」によって承認を得ておこなった。

#### 1.1. 被験者のグレード分け

##### 1.1.1. 中級者と上級者

被験者 50 名を、中級者と上級者の 2 群に分けた。上級者 25 名、クライミング歴 ( $7.9 \pm 4.3$  年) と中級者 25 名、クライミング歴 ( $4.4 \pm 2.9$  年) である。

上・中級者のグレード分けの基準は、標準化クライミンググレード照合表を見て、クライミンググレードとして科学的研究に推奨される Metric Scale を参照した。MS (Metric Scale) で中央値の 8.66 を取り、RP (Red Point) グレードは 8.66 ( $5.12b/c$ ) 以上の者を上級者とし、その他を中級者にした。被験者 26 名の中、RP グレードの範囲は MS の 7.33-10.66 (通常アメリカヨセミテシステムの 5.11b-5.14c 相当) である。被験者の中、目安として、現役台湾、日本代表選手のグレードは 9.66-10.33 である (表 1)。

表 1. クライミング選手のレベル分け表 [V.シェフルら、2010]

Metric scale	UIAA	French (Fr.)	US-American (YDS)
5.66	6-	5b/c	5.8
6	6	5c/6a	5.9
6.33	6+	6a/6a+	5.10a
6.66	7-	6a+/b	5.10b/c
7	7	6b/b+	5.10d
7.33	7+	6b+/6c	5.11a/b
7.66	8-	6c+	5.11c
8	8	7a	5.11c/d
8.33	8+	7a+/7b	5.12a/b
8.66	9-	7b/7b+	5.12b/c
9	9	7c/7c+	5.12d
9.33	9+	7c+/8a	5.13a/b
9.66	10-	8a/ 8a+	5.13b/c
10	10	8b	5.13d
10.33	10+	8b+/8c	5.14a/b
10.66	11-	8c/8c+	5.14b/c
11	11	9a	5.14d
11.33	11+	9a+	5.15a
11.66	12-	9b	5.15b

### 1.1.2. 膝痛歴有無

被験者は、過去にスポーツクライミングが原因になる膝痛の有無で、膝痛歴有り群と膝痛無し群に群わけした。そして、膝痛歴有りのものには、膝痛の原因が明確にドロップニーであると答えた者は77%あり、他は膝痛の原因が明らかでない者もある。

### 1.1.3. ドロップニー群とその他技群

ドロップニーが一番使われる動作として答えた者をドロップニー群にし、他の技が一番に使われていると答えた者をその他技群にした。

## 2. 方法

### 2.1. アンケート調査

アンケート調査用紙で、被験者の基本情報、競技レベル、膝痛歴の有無、よく使われる技順番を記入してもらった。

### 2.2. 統計処理

本研究における統計処理は、全て統計解析システム（SPSS 23、IBM社）を用いて行った。上級者群と中級者群の比較、膝痛歴有無の比較、膝痛歴に関する要因の検討は対応のない t 検定と二項ロジスティック解析（変数増加法尤度比）を用いた。投入項目は、年齢、身長、体重、BMI、クライミング歴、上中級、ドロップニーを最も使用するかどうか、とした。膝痛歴有無とドロップニー群コントロール両群の比較には、重回帰分析とカイ二乗検定を用いた。p<0.05 は有意差有り、p<0.1 は傾向有りとした。

### 3. 結果

#### 3.1. 上級者群と中級者群の比較

上級者群と中級者群の年齢、身長、体重、BMI、クライミング歴などの基本情報を比較した（表 2）。

表 2. 上級者群と中級者群における基本情報の比較

	上級者群(n=25)		中級者群(n=25)		<i>p</i>
	平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差	
年齢(歳)	25.8 ±	8.6	33.6 ±	12.1	0.012
身長(cm)	164.2 ±	7.5	166.8 ±	7.2	0.215
体重(kg)	54.3 ±	7.2	58.0 ±	9.3	0.124
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	20.1 ±	1.4	20.8 ±	2.7	0.233
クライミング歴(年)	7.9 ±	4.3	4.4 ±	2.9	0.003

二項ロジスティック回帰分析の結果は判別の的中率 72.7%(*p*=0.001)であった。上級者群に対して、年齢（オッズ比 0.928、95% confidence interval = 0.865-0.992, *P* = 0.028）とクライミング歴（オッズ比 1.344、95% confidence interval = 1.072-1.685, *P* = 0.011）が抽出された。したがって、上級者群は、年齢が若く、クライミング歴が長いと考える。

#### 3.2. 膝痛歴有り群と膝痛歴無し群の比較

膝痛歴の有無両群において、被検者の年齢、身長、体重、BMI、クライミング歴などの基本情報を比較した（表 3）。

表 3. 膝痛歴有り無し群における基本情報の比較

	膝痛歴あり群(n=13)		膝痛歴なし群(n=37)		<i>p</i>
	平均 ±	標準偏差	平均 ±	標準偏差	
年齢(歳)	29.6 ±	11.2	29.8 ±	11.2	0.969
身長(cm)	163.9 ±	6.1	166.0 ±	7.8	0.381
体重(kg)	55.3 ±	7.8	56.5 ±	7.8	0.662
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	20.5 ±	2.8	20.4 ±	1.9	0.973
クライミング歴(年)	6.7 ±	3.7	6.3 ±	4.3	0.782

二項ロジスティック回帰分析の結果、膝痛に関する有意な要因抽出されなかった（n.s.）。

### 3.3. ドロップニー群とその他技群の比較

膝痛歴有り無しにおいてドロップニー群とその他技群の比較をした（図 6）。

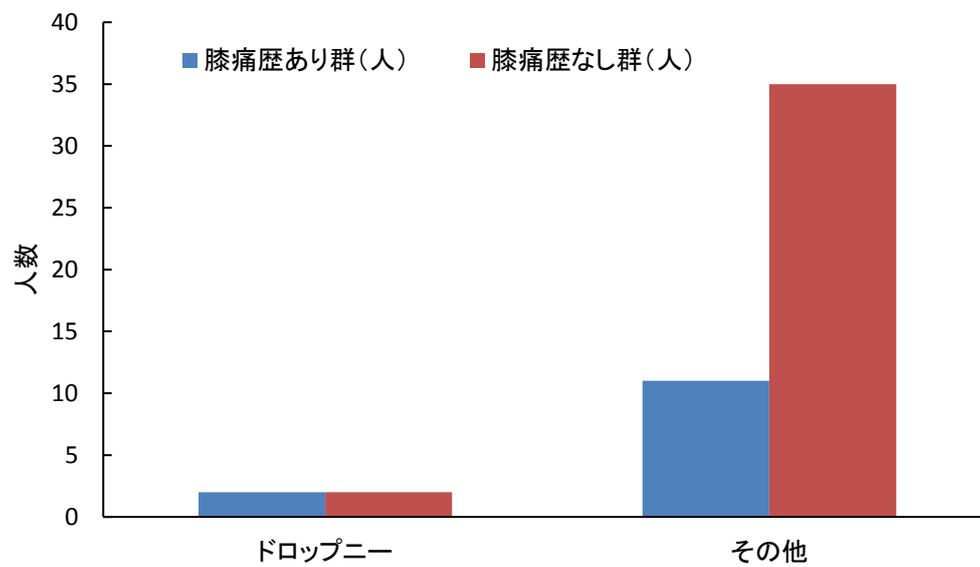


図 6. ドロップニー群とその他技群における膝痛歴有り無しの比較

そして、膝痛歴有り無しにおいて、ドロップニー群人数の割合を比較した（図 7）。

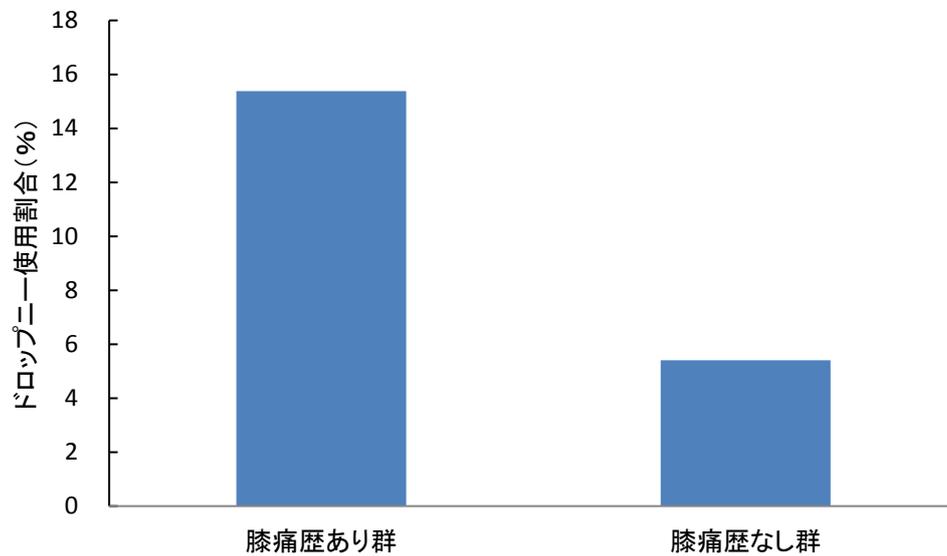


図 7. 膝痛歴の有無とドロップニー群の割合 (%)

膝痛歴なし群及び膝痛歴有り群におけるドロップニーの使用率の関係を検討した結果、膝痛歴有無で違いがなく、ドロップニーの使用率と膝痛歴有無は有意な関連がないと判定された。被検者 50 名の中、膝痛歴有り群において、ドロップニー動作が原因になる膝損傷の診断名を集めた結果、内側側副靭帯と半月板損傷があった。

#### 4. 考察

50人の被検者の中、上級者群は中級者群より、年齢が有意に7.8歳若く、クライミング歴が3.8年長かった。(p<0.05)

年齢の若いほどレベルが高いのは、クライミング競技では技術だけでは足りなく、一定な身体能力も求めていることと考える。

しかし、クライミング競技は2007年から発展の速度が上昇し始めることから、年齢がより年上の者は若い頃から競技に接触する機会がない可能性がある。上級者群の年齢が若い理由ともなると考える。

そして、上級群においてクライミング歴が長いことによって、経験と技術はクライミング競技に対しては必要であることを示唆している。膝痛歴有無の基本情報の比較とドロップニー使用率と膝痛歴有無での比較は有意差がなかった。膝痛歴有り群(n=13)の被検者数が少ないのが原因だと考える。アンケート用紙にて、膝に負担をかからないため、ドロップニーを意識的に避けた者がいることから、ドロップニーについての損傷予防意識が高まっていると考える。

また、膝痛歴有り群では、ドロップニー動作が原因の膝損傷は内側側副靭帯損傷と半月板損傷があったことから、先行研究では外側半月板損傷、内側半月板損傷、内側支持機構(MCLを含む)損傷、膝蓋大腿関節症(外側型)、膝蓋骨脱臼とは違いがなかった。

### 第三章 研究 2:関節可動域とドロップニー動作の検討

#### 1. 対象

関節可動域の比較においては、クライミング練習歴 1 年以上の健常成人選手 26 名を対象とした (表 4)。

表 4. 被験者特性 (n=26)

年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI	練習歴(年)
30.3	164.6	55.4	20.4	7.5
9.1	6.8	6.2	1.4	5.9

三次元動作解析の比較や相関においては、クライミング練習歴一年以上の健常成人 18 名を対象とした。(表 5)。

表 5. 被検者特性 (n=18)

年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI	練習歴(年)
30.4	166.9	57.0	20.4	8.8
8.9	5.8	5.5	1.4	6.5

実験当時膝の痛みを有するものを除外とした。被験者には、事前に実験の測定内容を説明し、理解を得た上で、書面的な同意を得た。なお、本研究は早稲田大学「人を対象とする研究に関する実施承認書」によって、承認を得ておこなった。

## 1.1 被験者のグレード分け

### 1.1.1. 中級者と上級者

可動域測定において、被験者 26 名を、中級者と上級者両群に分けた。中級者 12 名と上級者 14 名。三次元動作解析において、被検者 18 名を、中級者と上中級者両群に分けた。中級者 7 名と上級者 11 名。

上・中級者のグレード分けの基準は、標準化クライミンググレード照合表を見て、クライミンググレードとして科学的研究に推奨される Metric Scale を参照した。MS (Metric Scale) で中央値の 8.66 を取り、RP (Red Point) グレードは 8.66 (5.12b/c) 以上のものを上級者とし、その他を中級者にした。被験者の RP グレードの範囲は MS の 7.33-10.66 (通常アメリカヨセミテシステムの 5.11b-5.14c 相当) である。被験者の中、目安として、被験者の中で、現役国家代表選手のグレードは 9.66-10.33 である (表 1)。

### 1.1.2 膝痛歴有無

被験者は、過去にスポーツクライミングが原因になる膝痛の有無で、膝痛歴有り組と膝痛無し組に群わけした。ただし、実験当時に膝痛持ちの者を除外した。

可動域測定において、被験者 26 名を、膝痛歴有り 9 名と膝痛歴無し 17 名に分けた。三次元動作解析において、被検者 18 名を、膝痛歴有り 6 名と膝痛歴無し 12 名に分けた。

## 2. 方法

### 2.1. 関節可動域測定

東大式角度計を用い被験者の端座位での股関節内外旋、内外転、屈曲および伸展の可動域を測定した。

### 2.2. ドロップニーの三次元動作解析

#### 2.2.1. 実験条件

三次元動作解析システム（OQUS, Qualisys 社製）を使用し、測定後は動作解析ソフト（Visual3D,C-Motion 社製）にて解析を行った。

壁は高さ 1.65m、幅 1.8m、傾斜の 110° のものを設置した。手で持つホールドは、ガバと呼ばれている初心者向けのものを用いた。壁の前に OQUS モーションキャプチャカメラ 8 台（Qualisys 社、Sweden）を設置し、ドロップニー動作を 200 Hz で撮影した（図 8）。カメラの位置は壁の側面から正面である（図 9）。



図 8 実験用壁の設置

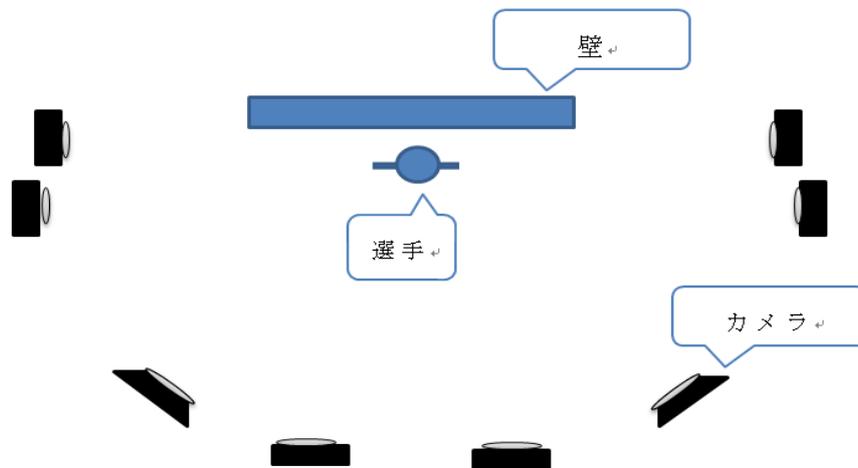


図 9 OQUS カメラの設置位置

被験者の動きをわかりやすくするために、男性は水泳用帽子とスパッツ、女性は水泳用帽子とタンクトップとスパッツを着用した。動作中はクライミングシューズを着用した。反射マーカ（14mm）は、両側の上前腸骨棘、上後腸骨棘、大転子、大腿後部に 4 つ、大腿骨内側上顆、大腿骨外側上顆、下腿後部に 4 つ、外果、内果に貼付した。そしてクライミングシューズの外から、踵骨隆起、踵骨両側、第 1MP 関節、第 5MP 関節の 40 部位に貼り付けた（図 10）。



図 10 マーカー貼り付け位置（前額面、矢状面、水平面）

### 2.2.2. 実験試技

本研究に於けるドロップニー動作では（図11）、両手両足が4つのホールドにつき、壁側の膝を捻り込み、ドロップニーと同側の手は対側上方のホールドを取りに行く動作である（図12）。

被験者にLeft Drop-Knee（以下LDK）とRight Drop-Knee（以下RDK）を各5回ずつ行わせた。一回あたり十秒間の3D撮像をとった。保持局面での下肢各関節角度を算出した。

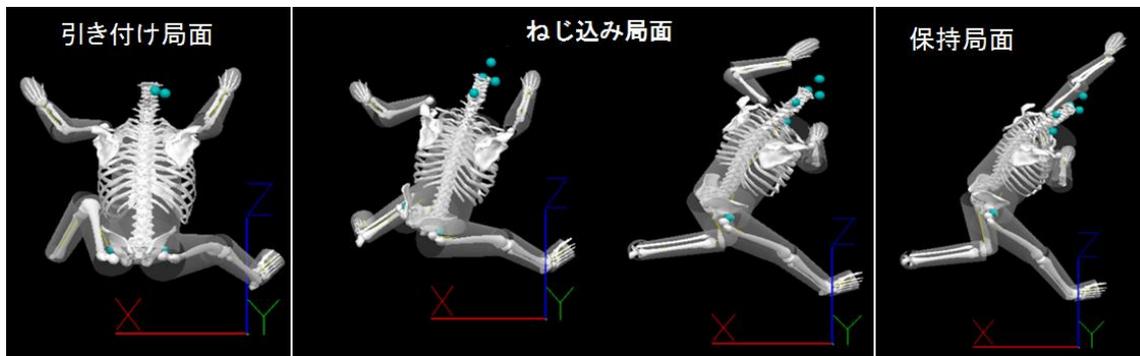


図 11 ドロップニー動作の局面分け

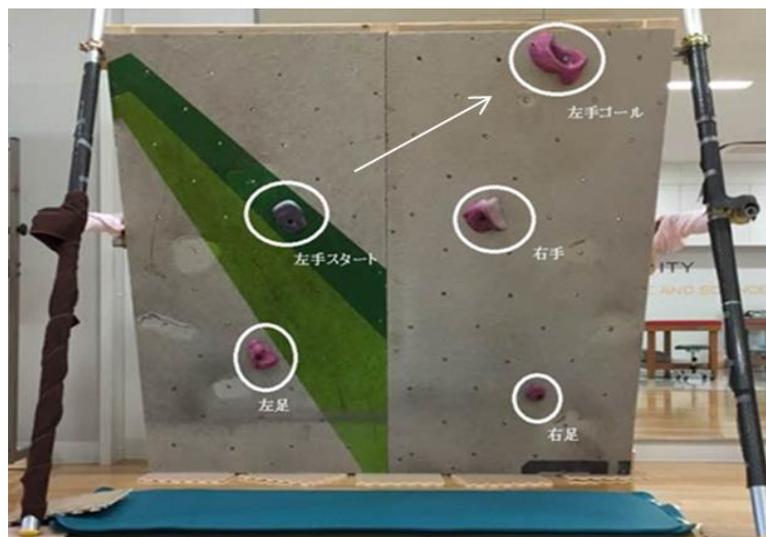


図 12 設定したドロップニー動作

### 2.3. 指標

先行研究において、本研究のドロップニーに影響する関節角度の指標を骨盤回旋角度、ドロップニー同側の膝関節外反角度、膝関節外旋角度、股関節内旋角度とする[菊地敏之, 2005]。

そして、本研究における3次元空間座標軸での関節角度の正負値の説明を作った(表6)。

表6. 関節角度正負値の説明

<b>膝</b>		
対側		
X軸	(-) 屈曲	(0°) 伸展
Y軸	(+) 外反	(-) 内反
Z軸	(+) 外旋	(-) 内旋
同側		
X軸	(+) 屈曲	(0°) 伸展
Y軸	(+) 外反	(-) 内反
Z軸	(+) 外旋	(-) 内旋
<b>股関節</b>		
対側		
X軸	(+) 屈曲	(-) 伸展
Y軸	(+) 内転	(-) 外転
Z軸	(-) 内旋	(+) 外旋
同側		
X軸	(+) 屈曲	(-) 伸展
Y軸	(+) 外転	(-) 内転
Z軸	(-) 内旋	(+) 外旋
<b>骨盤</b>		
X軸	(+) 前傾	(-) 後傾
Y軸	(+) 左傾斜	(-) 右傾斜
Z軸	(>180°) 左回旋	(<180°) 右回旋

#### 2.4. 統計処理

本研究における統計処理は、全て統計解析システム（SPSS 23、IBM社）を用いて行った。上級群と中級群の比較および膝痛歴有無での比較には、対応のない t 検定を用いた。各群での動作中の関節角度の関係では、Pearson の積率相関係数を算出した。p<0.05 は有意差有り、p<0.1 は傾向有りとした。

### 3. 結果

#### 3.1. 上級者と中級者の比較

##### 3.1.1. 基本データの比較

関節可動域測定において人数の内訳は、上級者 14 名、中級者 12 名であった（表 7）。

表 7. 関節可動域測定において中級者と上級者の基本情報

	中級(n=12)			上級(n=14)		
	平均	±	SD	平均	±	SD
年齢(歳)	33.7	±	9.9	27.4	±	7.5
身長(cm)	164.6	±	6.2	164.6	±	7.4
体重(kg)	55.1	±	4.8	55.7	±	7.4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.3	±	1.2	20.5	±	1.5
経験年数	5.5	±	6.5	9.2	±	5.0

三次元動作解析において人数の内訳は、上級者 11 名、中級者 7 名であった（表 8）。

表 8. 三次元動作解析において中級者と上級者の基本情報

	中級(n=7)			上級(n=11)		
	平均	±	SD	平均	±	SD
年齢(歳)	33.6	±	10.0	28.4	±	7.9
身長(cm)	168.1	±	4.4	166.1	±	6.7
体重(kg)	57.5	±	2.5	56.7	±	6.9
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.4	±	1.1	20.5	±	1.6
経験年数	6.1	±	8.5	10.6	±	4.8

### 3.1.2. 両群において関節可動域の比較

被検者 26 名の中、上級者群は中級者群と比べ、有意差はなかった（表 9）。

表 9. 上級者群と中級者群の関節可動域の比較

		中級(n=12)		上級(n=14)		$p$	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差		
屈曲	右	145.3	± 8.8	148.9	± 5.6	0.230	
	左	144.4	± 6.7	145.6	± 6.6	0.642	
伸展	右	19.8	± 4.7	22.1	± 5.2	0.278	
	左	20.5	± 6.4	22.0	± 3.4	0.481	
股関節角 度(°)	内転	右	18.4	± 6.1	18.6	± 7.6	0.585
		左	17.1	± 5.1	18.6	± 9.0	0.235
	外転	右	55.8	± 9.9	53.3	± 8.1	0.476
		左	56.3	± 8.4	52.3	± 8.5	0.235
内旋	右	42.5	± 7.1	41.4	± 7.2	0.707	
	左	40.0	± 8.4	43.1	± 9.5	0.396	
外旋	右	34.5	± 10.7	38.3	± 14.6	0.464	
	左	35.8	± 11.2	39.1	± 14.5	0.535	
関節弛緩性(点)		2.3	± 0.8	1.8	± 1.4	0.376	

### 3.1.3. ドロップニー保持局面での両群下肢関節角度の比較

被検者 18 名の中、上級者群は中級者群と比べ、有意な差はなかった。

(表 10)。

表 10. ドロップニー動作時の下肢関節角度

		中級(n=7)		上級(n=11)		p	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差		
骨盤角度(°)	前後傾	-36.4	± 11.8	-38.9	± 10.8	0.569	
	側方傾斜	-12.2	± 8.5	-10.7	± 7.7	0.641	
	回旋	110.8	± 8.5	110.7	± 14.7	0.977	
股関節角度(°)	屈曲	同側	24.4	± 12.6	22.1	± 8.9	0.648
		対側	66.0	± 17.3	57.9	± 19.7	0.280
	内外転	同側	-0.2	± 12.4	4.1	± 7.5	0.354
		対側	0.4	± 9.9	-0.2	± 10.9	0.886
	内外旋	同側	-15.7	± 12.0	-11.1	± 6.4	0.351
		対側	-0.8	± 27.0	-5.0	± 21.3	0.660
膝関節角度(°)	屈曲	同側	127.9	± 29.7	129.3	± 28.7	0.927
		対側	-34.0	± 24.7	-34.9	± 33.6	0.948
	内外反	同側	11.6	± 11.5	9.5	± 6.8	0.656
		対側	7.8	± 9.8	1.3	± 5.0	0.092
	内外旋	同側	36.7	± 22.5	26.2	± 7.7	0.202
		対側	-2.7	± 60.9	7.4	± 52.7	0.705

### 3.1.4. 上級者と中級者ドロップニー動作中関節角度の相関

上級者群において、骨盤対側回旋角度が大きい者ほど、股関節同側内旋角度が小さく ( $r=0.864, p=0.006$ )、膝関節外旋角度は大きい ( $r=0.838, p=0.037$ )。中級者においては、骨盤対側回旋角度と股関節同側内旋角度 ( $r=0.636, p=0.090$ )、膝関節同側外旋角度 ( $r=-0.250, p=0.486$ ) は有意な相関関係を示さなかった (図 13) (図 14)。

図 13. 上・中級者両群において骨盤対側回旋と股関節同側内旋角度の相関

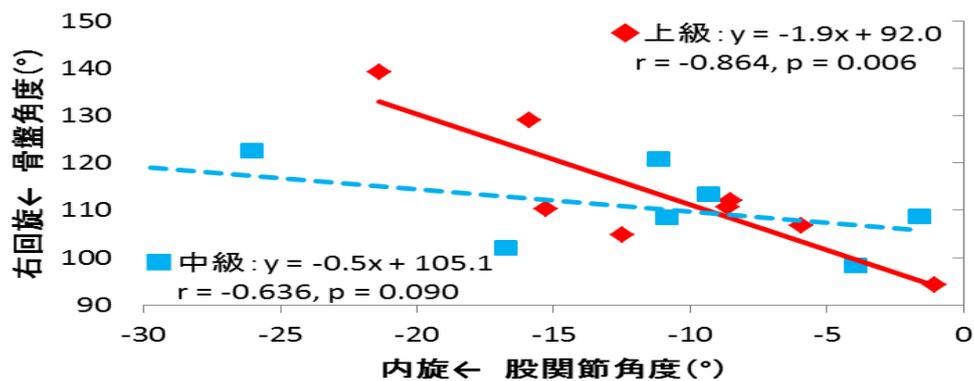
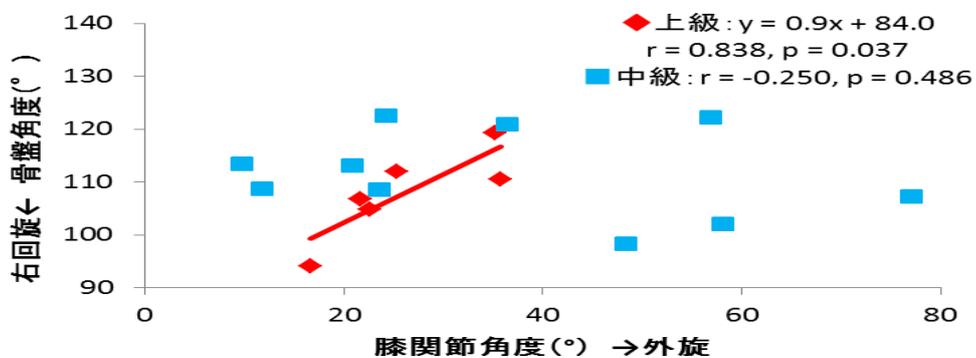


図 14. 上・中級者両群において骨盤対側回旋と膝関節同側外旋角度の相関



上・中級者両群においては股関節内旋と膝関節外旋に有意な相関関係を示さなかった(上級:  $r = -0.492$ ,  $p = 0.400$ . 中級:  $r = -0.480$ ,  $p = 0.229$ )。

### 3.2. 膝痛歴有無の比較

#### 3.2.1. 基本データの比較

関節可動域測定において人数の内訳は、膝痛なし 17 名、膝痛歴有り 9 名であった（表 11）。

表 11. 関節可動域測定における膝痛歴有無の両群の基本情報

	膝痛歴なし群(n=17)			膝痛歴あり群(n=9)		
	平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差
年齢(歳)	32.5	±	9.8	26.1	±	6.1
身長(cm)	165.0	±	6.9	163.8	±	6.7
体重(kg)	55.7	±	5.2	54.8	±	8.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.4	±	1.1	20.3	±	1.9
経験年数	7.8	±	6.8	6.9	±	4.1

関節可動域測定において人数の内訳は、膝痛なし 12 名、膝痛歴有り 6 名であった（表 12）。

表 12. 三次元動作解析における膝痛歴有無両群の基本情報

	膝痛歴なし群(n=12)			膝痛歴あり群(n=6)		
	平均	±	標準偏差	平均	±	標準偏差
年齢(歳)	32.6	±	9.7	26.0	±	5.4
身長(cm)	166.7	±	6.6	167.3	±	4.4
体重(kg)	-56.4	±	4.3	58.3	±	-7.5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.3	±	0.9	20.8	±	2.1
経験年数	8.8	±	-7.9	8.9	±	3.7

### 3.2.2 両群において関節可動域の比較

膝痛歴有り群は、膝痛歴無し群より、右股関節外転可動域角度は有意に 8.4° 小さく ( $p < 0.001$ )、左股関節外転可動域角度は有意に 6° 小さく ( $p < 0.05$ )、そして、右股関節内旋角度は有意に 5.1° 小さい ( $p < 0.05$ ) (表 13)。

表 13. 膝痛歴有無での関節可動域の比較

		膝痛歴なし群(n=17)		膝痛歴あり群(n=9)		p	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差		
股関節 角度 (°)	屈曲	右	148.3	± 6.0	145.2	± 9.5	0.212
		左	145.1	± 6.7	145.1	± 6.6	0.978
	伸展	右	21.1	± 6.1	20.8	± 6.1	0.854
		左	21.8	± 4.5	21.1	± 4.5	0.334
	内転	右	18.2	± 6.7	19.1	± 7.5	0.641
		左	17.6	± 7.5	18.6	± 7.4	0.652
	外転	右	57.4	± 9.0	49.0	± 5.7	0.001
		左	56.2	± 7.5	50.2	± 9.4	0.013
	内旋	右	43.7	± 5.7	38.6	± 8.4	0.024
		左	42.2	± 7.7	40.6	± 11.5	0.571
	外旋	右	35.6	± 12.0	38.3	± 14.7	0.462
		左	36.4	± 12.5	39.9	± 14.1	0.348
	関節弛緩性(点)		2.2	± 0.8	1.8	± 1.6	0.337

### 3.2.3. ドロップニー保持局面での両群下肢関節角度の比較

膝痛歴無し群は膝痛歴有り群より、骨盤回旋角度が  $6.4^{\circ}$  大きかった ( $p=0.002$ ) (表 14)。

表 14. 膝痛歴有り無し群における関節角度の比較

		膝痛歴なし群(n=12)		膝痛歴あり群(n=6)		$p$	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差		
骨盤角 度( $^{\circ}$ )	前後傾	-39.3	± 11.9	-34.6	± 8.3	0.321	
	側方傾斜	-11.9	± 8.5	-10.1	± 6.7	0.613	
	回旋	115.2	± 10.8	100.2	± 9.0	0.002	
股関節 角度 ( $^{\circ}$ )	屈伸	同側	24.7	± 10.7	18.3	± 11.7	0.309
		対側	60.7	± 19.0	64.1	± 19.2	0.687
	内外転	同側	1.9	± 11.4	1.4	± 4.2	0.925
		対側	0.2	± 9.3	-0.4	± -13.3	0.909
	内外旋	同側	-15.6	± 10.1	-7.0	± 4.8	0.130
		対側	-1.2	± 23.6	-8.0	± 25.0	0.528
膝関節 角度 ( $^{\circ}$ )	屈伸	同側	124.7	± 26.1	139.1	± 35.2	0.401
		対側	-35.2	± 31.4	-31.3	± 15.0	0.811
	内外反	同側	10.3	± 10.3	12.0	± 6.6	0.770
		対側	5.7	± 9.0	1.4	± 4.8	0.383
	内外旋	同側	35.6	± 20.6	24.1	± 8.1	0.305
		対側	5.0	± 62.9	-8.6	± 6.7	0.677

### 3.2.4.膝痛歴有無で比較下肢関節角度の相関

膝痛歴の有無で LDK 時の膝への負担を示唆する膝外反や外旋と股関節内旋との関係を見た。DK 時、膝の外反、外旋には膝痛歴の有無による有意差はないが、股関節の動きに明らかに差があり、膝痛歴無し群の股関節同側内旋角度が大きかった (図 15) (図 16)。

図 15.膝痛歴有無・股関節同側内旋角度と膝関節同側外旋角度の相関

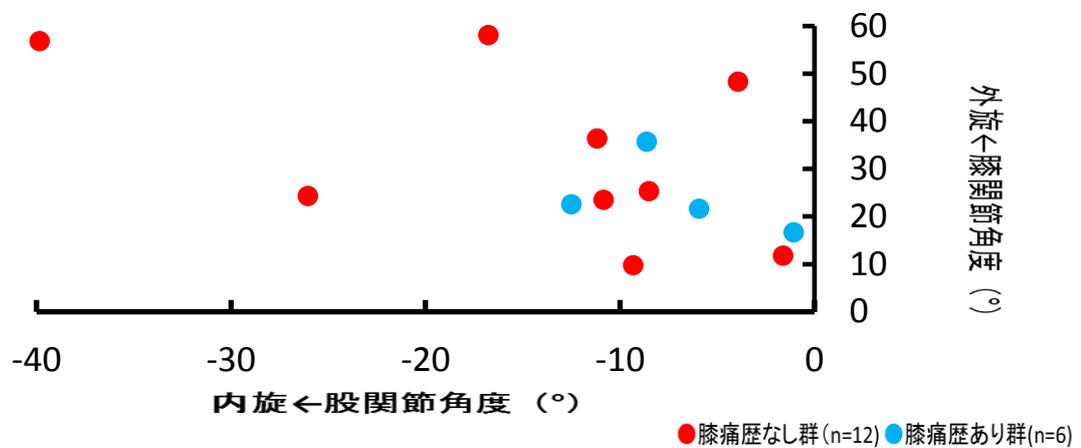
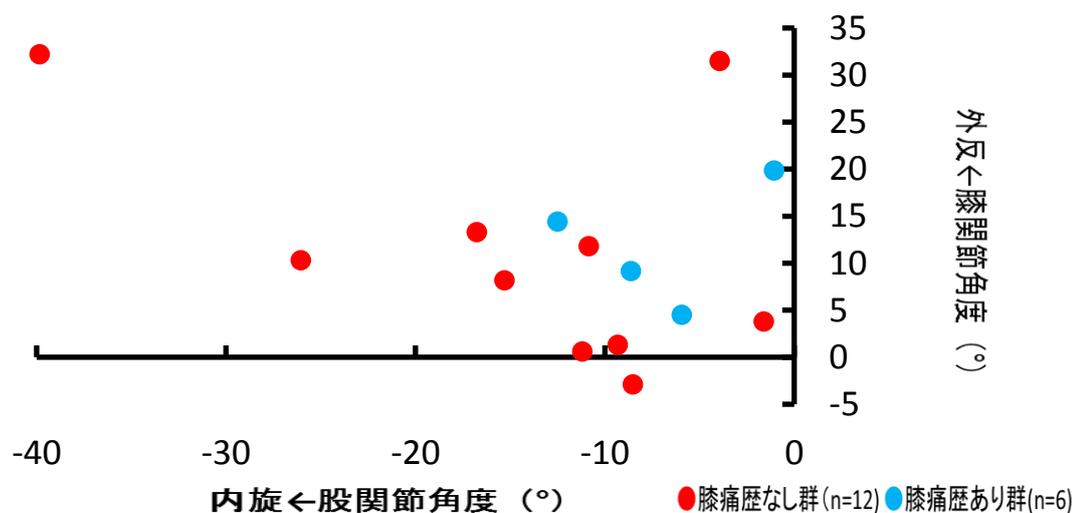


図 16.膝痛歴有無・股関節同側内旋角度と膝関節同側外反角度の相関



膝痛歴無し群においては骨盤の対側回旋角度が大きいほど、同側股関節内旋角度が小さい傾向があった ( $r=0.531, p=0.075$ )。膝痛歴有り群においては、骨盤対側回旋と同側股関節内旋角度 ( $r=-0.692, p=0.308$ )、膝関節外旋角度 ( $r=0.824, p=0.176$ )は有意差がなかった。(図 17)(図 18)

図 17.膝痛歴有無・骨盤対側回旋と股関節同側内旋角度の相関

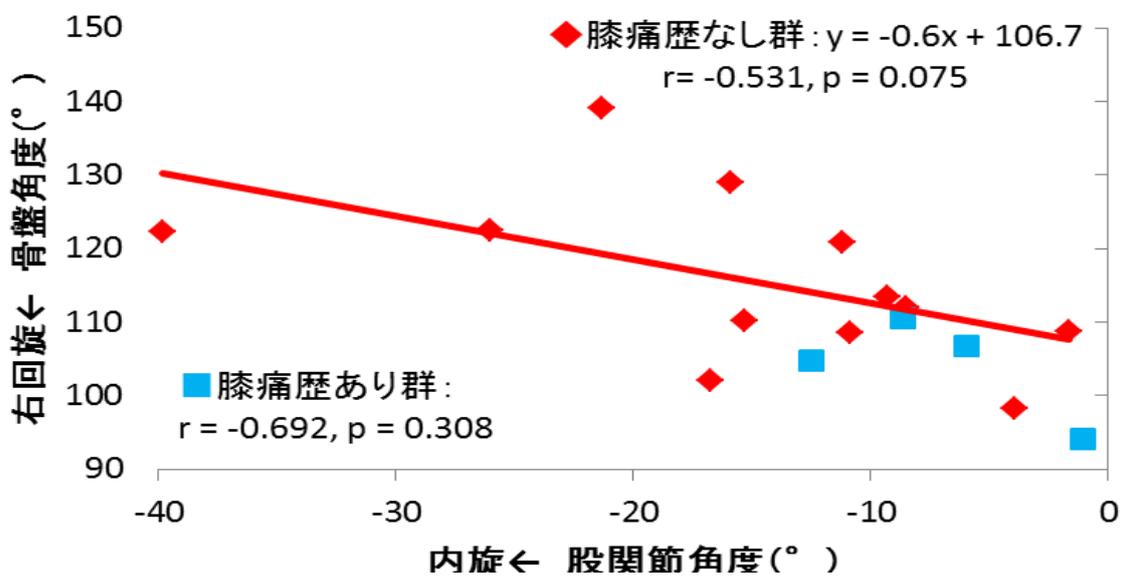
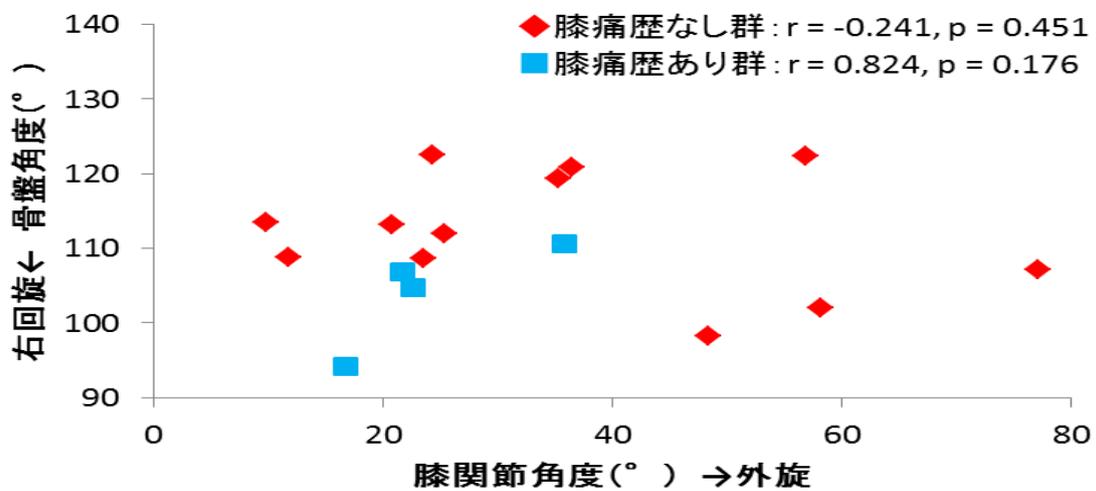


図 18. 膝痛歴有無・骨盤対側回旋と膝関節同側外旋角度の相関



膝痛歴有り無しの両群ともに股関節内旋と膝関節外旋に有意な相関関係を示さなかった（膝痛歴無： $r = -0.494$ ,  $p = 0.177$ . 膝痛歴有： $r = -0.488$ ,  $p = 0.512$ ）

## 4. 考察

### 4.1. ドロップニーの動きを解明する

本研究ではドロップニー時における下肢関節角度を検討した。結果としては左のドロップニー動作の保持局面において、骨盤は後傾、右傾斜、右回旋していた。股関節の内旋については、同側股関節が内旋、対側股関節が外旋した。膝関節の内反については、同側膝関節が外反、外旋していた。

したがって、ドロップニー動作の特徴としては骨盤の回旋と同側股関節の内旋と同側膝関節の外旋と外反である。

そして、先行研究では、骨盤の回旋角度を大きくし、膝外反と外旋の角度が大きくなると、膝損傷につながる可能性が大きい[荒木大輔ら, 2012]。よって、ドロップニー動作はドロップニー同側の膝損傷に繋がっていることが考える。

### 4.2. 股関節内旋可動域と膝痛歴の関係

膝痛歴有り群が膝痛歴なし群より、有意に右股関節の内旋角度が小さい。膝痛歴なし群の右股関節内旋可動域が大きいことから、股関節の内旋可動域の広い者が膝痛になりにくいことが考える。

よって、股関節の内旋可動域を広げることで、ドロップニーが原因である膝痛を予防することができると考える。

### 4.3. 膝痛歴有無においてドロップニー動作中関節角度の関係

膝痛歴無し群では、DK側の股関節同側内旋角度の制限に対して、代償動作として骨盤の対側回旋角度が増大し、DK側の膝関節外旋角度も増大していた。DK動作中膝痛歴無し群の股関節内旋角度が大きいこと

から、膝痛歴有り群は膝痛で代償動作による膝関節外旋角度の増大が困難であり、骨盤対側回旋角度の増大も制限されたと考える。

#### 4.4 上級者と中級者においてドロップニー動作中関節角度の関係

本研究では上級者群において、股関節の内旋角度が小さいほど、骨盤の対側回旋と壁側膝関節の外旋が大きくなる。

ドロップニー動作中の過度な膝関節外旋動作で膝関節の疼痛を生じる[菊地敏之, 2005]という報告があることから、DK動作は膝関節に負担がかかることがわかる。

骨盤対側回旋が大きいくほど、上級者群の股関節内旋角度が中級者群より速く大きくなる。その原因は上級者群の方は股関節内旋可動域が広いと考える。

## 第四章 総合議論

### 1. 総合考察

研究 1 では、クライミング選手の技や身体情報について、上級と中級、また、膝痛歴有無での違いについて検討した。

結果では上級者群は中級者群より、有意に 7.8 歳若く、クライミング歴が 3.8 年長かった。

年齢が若いほどレベルが高かったことは、クライミング競技は技術だけではなく、一定な身体能力も必要であるためと考える。しかしスポーツクライミングが国民体育大会種目になったのが 2008 年であり、国内ではその後から発展し始めた競技であるといえる。そのため、年長者は若年期にクライミング競技に接触する機会がなかったことも原因であると考えられる。そして、上級群においてクライミング歴が長いことによって、経験と技術はクライミング競技に対しては必要であることを示唆している。

そして、ドロップニー使用群の数が少なかった結果により、先行研究と差は生じた。その理由の一つとして、本研究の被検者は五年前の選手より、ドロップニーは膝を痛めることを認識したのではないかと考える。

研究 2 では、3 次元的に関節角度から見るドロップニー動作の特徴を解明した。ドロップニー動作の特徴は骨盤の対側回旋と同側股関節の内旋と同側膝関節の外旋と外反である。ドロップニー時同側膝の外旋角度と外反角度が大きいことによって、膝への負担が大きいことをわかった。

膝痛歴無し群における、DK 側の股関節同側内旋角度の制限に対して、代償動作として骨盤の対側回旋角度が増大し、DK 側の膝関節外旋角度も増大していた。DK 動作中膝痛歴無し群の股関節内旋角度が大きいこ

とから、膝痛歴有り群は膝痛で代償動作による膝関節外旋角度の増大が困難であり、骨盤対側回旋角度の増大も制限されたと考える。

そして、膝痛歴無し群の股関節内旋可動域が大きかった。膝痛歴有り群の股関節内旋可動域が足りないことで、DK 中膝痛になり、さらに膝痛が原因で、股関節内旋の代償動作である DK 同側膝関節外旋角度の増大が困難になる。

上・中級者の DK 時の関節角度の相関を見ると、上級者群では、股関節の内旋角度が小さいほど、骨盤の対側回旋と壁側膝関節の外旋が大きくなる。そして、膝関節の過度外旋は膝痛につながる。

骨盤対側回旋が大きいほど、上級者群の股関節内旋角度が中級者群より速く大きくなる。その原因は上級者群の方は股関節内旋可動域が広いと考える。

## 2. 研究の限界

本研究では、ドロップニーを三次元動作解析するに大量な準備が必要なたため、被検者の数は少数であった。今後は、被検者の数を増やして検討する必要がある。さらに、壁に設置したホールドまでの距離が一定であることから、同じ距離の課題に対して被検者の身長差が関節角度にも影響があると考えた。特に本研究では、ドロップニー同側の膝関節屈曲角度に大きい影響を与えた。そのため、身長や四肢長に合わせてホールドの位置を設置する必要があった。

三次元動作解析では、ドロップニー動作の膝屈曲角度により、ドロップニー同側の反射マーカが隠れて、撮れた数が不完全である場合、標準偏差が大きいデータがあった。それだけ、ドロップニーという特殊な技を科学的に明らかにすることが難しいといえる。

## 第五章 結論

本研究では、①アンケート調査においてクライミング選手の特徴及び②上・中級者別、膝痛歴有・無別で関節可動域とドロップニー動作中の関節角度の関係について検討した。その結果、以下の結論を得た。

- ① 上級者は中級者より年齢が若く、クライミング歴が長いと考える。
- ② ドロップニーが原因になる膝損傷を予防する為に、股関節の内旋可動域を改善し、骨盤回旋の代償に伴う膝関節の過度な外旋を制限する必要があると考えた。
- ③ DK動作中の股関節内旋角度を小さくし、代わりに骨盤対側回旋と壁側膝関節の外旋を生じることで、ドロップニーの動作改善ができると考える。

## 参考文献

Andreas Schweizer. Sport climbing from a medical point of view. Swiss Medical Weekly-The European Journal of Medical Sciences.2012.

Haas JC,MeyersMC. Rock climbing injuries. SportsMed.20:199–205.1995

Kaikanani Y Woollings,Carly D McKay,Carolyn A Emery. Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of the literature. BJSM Online First, published on May 25, 2015.

Largiader U, Oelz O. An analysis of overstrain injuries in rock climbing [in German]. Schweiz Z Sportmed. 41:107–114,1993.

M. Majewski, Habelt Susanne, Steinbruck Klaus. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. The Knee 13, 184 – 188,2006.

Paige TE, Fiore DC, Houston JD. Injury in traditional and sport rockclimbing. Wilderness Environ Med.9:2–7,1998.

Robin N. Thompson, MBChB, Brian Hanratty, MD, and Ian S. Corry, MD."Heel Hook" Rock-Climbing Maneuver: A Specific Pattern of Knee Injury. Clin J Sport Med.Vol21,Number4,July,2011.

Rohrbough JT, Mudge MK, Schilling RC. Overuse injuries in the elite rock climber. *Med Sci Sports Exerc.* 32:1369–1372,2000.

S.R.Bollen:Soft tissue injury in Extreme Rock Clmbing,Brit.J. Sports Med.22:145-147,1988.

Schöffl V, Hochholzer T, Winkelmann HP, Strecker W. Differential diagnosis of finger pain in sport climbers. *Sportmed* .54: 38-43.2003

Shea KG, Shea OF, Meals RA. Manual demands and consequences of rock climbing. *J Hand Surg Am.* 1992;17:200–205.

S. R. Bollen, C. K. Gunson : Hand injuries in competition climbers, *Br.J.Sp.Med.*24:16– 18,1990.

The UIAA/IFSC Medical Commission Injury Classification for Mountaineering and Climbing Sports. Intended for Physicians and Scientists Interested in Reasearch.2010

Volker Schöffl, Audry Morrison, Ulrich Schwarz Isabelle Schöffl, Thomas Kupper. Evaluation of Injury and Fatality Risk in Rock and Ice Climbing. *Sports Med*; 40 (8): 657-679.2010.

Volker Schöffl, Morrison.A,Hefti U,Schwarz U,Kupper T. The UIAA/IFSC Medical Commission Injury Classification for

Mountaineering and Climbing Sports. Intended for Physicians and Scientists Interested in Research.2010

Volker Schöffl, Thomas Küpper. Feet injuries in rock climbers. World J Orthop 2013 October 18; 4(4): 218-228.2013

Volker Schöffl, MD, PhD, MHBA; Christoph Lutter, MD; Dominik Popp, MD. The “Heel Hook”—A Climbing-Specific Technique to Injure the Leg. WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDICINE, Wilderness Environ Med. Jun;27(2):294-301.2016

インドクライミング練習帖.山と溪谷社,p30-31,p44-45.2014

北山 真. 登山技術全書⑦ Free Climbing.山と溪谷社,p64,2015

北山真（監修）【東京五輪応援企画】競技としてのスポーツクライミングとは.山と溪谷社,2016 <https://www.climbing-net.com/general/>

北山真（監修）スポーツクライミング三種目について[リード・ボルダリング・スピード], 山と溪谷社,2016 <https://www.climbing-net.com/>

荒木大輔, 松下雄彦, 黒田良祐, 黒坂昌弘. 靭帯損傷・捻挫－内側側副靭帯損傷, 前十字靭帯損傷, 後十字靭帯損傷－. 関節外科 Vol.31 10月増刊号.2012

菊地敏之,前之園多幸,CLIMBERS' BODY,東京新聞出版社,172-174.2005

菊地敏之.Basic FreeClimbing.東京新聞出版社.p50-51.2003

目次 容子,フリークライミングの歴史と系譜—高度化と大衆化の視点から—,2009,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 スポーツ社会学研究領域,修士論文(未公刊)

西谷善子,川原 貴,山本正嘉.スポーツクライマーの手指筋群における筋力および筋持久力特性の評価法—リードクライミングを対象として—.コーチング学研究 第28巻第1号,53~64.2014

西谷善子,山本正嘉.3次元動作解析システムを用いたスポーツクライミングにおける動作解析の試み—ハイステップムーブを対象として—.Japanese Journal of Mountain Medicine Vol28:122-129,2008

西谷善子,小西由里子.クライマーにおける手指の変形について,Japanese Journal of Mountain Medicine Vol26:69-74,2006

西谷善子,川原貴,山本正嘉.ジュニアクライマーを対象としたパフォーマンス要因に関する意識調査.Japanese Journal of Mountain Medicine Vol31:200-206,2011

## 謝辞

本研究の執筆を終えるにあたり、多くの方々にご指導頂いていましたことを御礼申し上げます。

早稲田大学スポーツ科学学術院の鳥居先生には指導教員として、大学院の2年間ご指導いただき、運動器のスポーツ外科学について多く指導していただきました。自由に研究できる環境を頂いたことに心より感謝申し上げます。

また、お忙しい中たくさんの助言を下さりご指導頂いた、早稲田大学大学院スポーツ科学研究科運動器スポーツ医科学研究室の方々に大変感謝致します。

そして、早稲田大学所沢キャンパスまでわざわざきてくれまして、実験の被検者になってくれた数多くのクライマー選手、実験用の壁を作ってくれた方、道具を貸してくれた方達にも心より感謝申し上げます。

多くの助けを受けたため、本研究を実施することができた。誠にありがとうございました。

ロッククライミング歴とケガに関するアンケート

お忙しい中アンケートにお答えいただき、誠にありがとうございます。  
 以下のアンケートではクライミング経験とケガに関していくつかお聞き致します。  
 調査内容については、研究目的以外では決して使用致しません。  
 個人が特定できる情報は情報整理時にのみ使用させていただきます。  
 そのため研究内容より個人が特定できることはありません。

研究実施者： 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科 ZHAO WEIJIA

研究責任者： 早稲田大学スポーツ科学学術院 鳥居俊

記入日： \_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

1. 基本情報

氏名		年齢	19 年 月 日	満 歳
(ふりがな)				
性別	1. 男 2. 女	体 重 (kg)		
身長 (cm)				
クライミング歴				
クライミングスタイル 両方やる人は割合を記入してください (ボルダリング : リードクライミング)	1. ボルダリング 2. リードクライミング 割合 : (        :        )			
場所	1. インドア 2. アウトドア 3. 両方			
練習量	月に__回 週に__回        一回あたり__時間			
最高グレード	ボルダー (例: 初段) : OS__ RP__		リード (例: 5.12a) : OS__ RP__	

\*裏面もあります

## 2. ケガについて

クライミングを始めてから現在までの間のケガについて質問します。(腰・股関節・膝関節)	1. ある 2. なし
「ある」と答えた方	(病院に行かれた方) 診断名： ケガされたのはいつ：(何年何月)
	(行かれてない方) 具体的な部位：
「膝」に痛みがある方 	左の図を参考にして、具体的な部位を数字で書いてください： 左： 右：

## 3. よく使われるムーブ

クライミングの中で、よく使われるムーブお聞きします。

よく使うムーブの順番に番号を書いてください。	1. 2. 3
ドロップニー(キョン)、ヒールフック、ハイステップ、ランジ、クロス、フラッキング、ダイアゴナル、デッドポイント、マントル、その他(名称を書いてください。)	