

# 身体重心の運動から見た鉄棒の逆上がり

岡本 敦\*・青山有里\*\*・田口由香\*\*・市川真澄\*\*

## 1. はじめに

鉄棒運動の逆上がりは、平成29年改訂中学校学習指導要領解説 保健体育編<sup>6)</sup>では支持系 後方支持回転技群 後転グループの基本的な技（支持系は主に小5・6で例示）として例示されている。小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 体育編<sup>7)</sup>では、第3学年及び第4学年で腹を鉄棒に掛けて後ろに回る（後方支持回転技群）支持系の基本的な後転グループ技の例示として補助逆上がりが例示され、第5学年及び第6学年 支持系 後方支持回転技群 後転グループ発展技の例示として逆上がりを取り上げられている。このように、学習指導要領では小学校、中学校の児童・生徒にとって鉄棒運動の必修技として取り上げられている。しかし、この鉄棒運動の逆上がりをバイオメカニクスの観点から技術解説した報告は殆ど見られない。そこで本研究では、鉄棒運動の逆上がりの身体重心の運動を分析し、バイオメカニクスの観点から逆上がりの運動構造を解明し、指導法の検証を行うことを目的とした。

## 2. 方法

被験者は本学で保健体育の教職課程を履修する男子学生2名であった。被験者は実験についてのインフォームドコンセントを受けた後、ウォーミングアップを行い逆上がりの演技を実施した。1名は逆上がりを実施し、もう1名は懸垂逆上がりを実施した。被験者の身体各部49点と鉄棒のバーの両端に再帰性反射マーカートを貼付し、身体動作をVICON社製モーションキャプチャーシステム（MX-20、カメラ10台、毎秒250コマ）によって記録した。鉄棒は実験室中央に低鉄棒を設置した。その為、懸垂逆上がりでは身体（脚）を伸ばした姿勢を採ることができなかつたので、肘と膝を曲げた姿勢から懸垂逆上がりを行った。記録した身体各部の3次元座標値の時系列データから阿江ら<sup>1)</sup>の重心係数によって身体重心の軌跡を求めた。

## 3. 結果と考察

被験者の実施した逆上がりのスティックピクチャーとその際の身体重心の軌跡を図1に示した。身体重心の軌跡は左斜め前上方から見たものを中段に、左側方から見たものを下段に示した。逆上がりの身体重心の軌跡は大きな円弧と小さな円弧の二つの連続した軌跡を示した。図2にもう1名の被験者の実施した懸垂逆上がりのスティックピクチャーとその際の身体重心の軌跡を示した。身体重心の軌跡は下から上方へのくの字と小さな円弧の二つを繋げた軌跡を示した。

ここで、身体重心の軌跡から、動作開始時をA点、その後、身体重心が最も前方へ出た点をB点、そこから身体重心が最も後方へ振れた時点をC点、動作終了時をD点として局面分けをした。図3に局面分けした逆上がりのスティックピクチャーとその際の身体重心の軌跡を示した。A点で足を床から話すと重力によって、鉄棒を支点とした振り子運動が開始する。それによって、身体は前方へ移動を

\* 東海学園大学スポーツ健康科学部、\*\* 東海学園大学非常勤講師

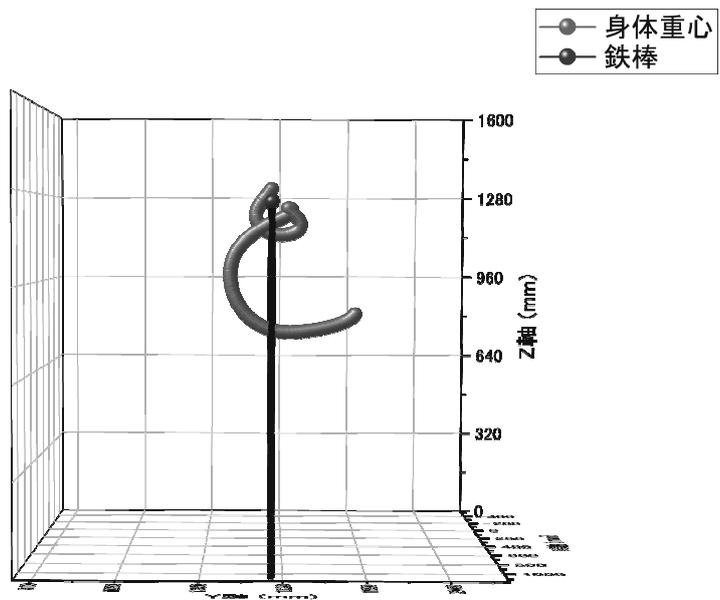
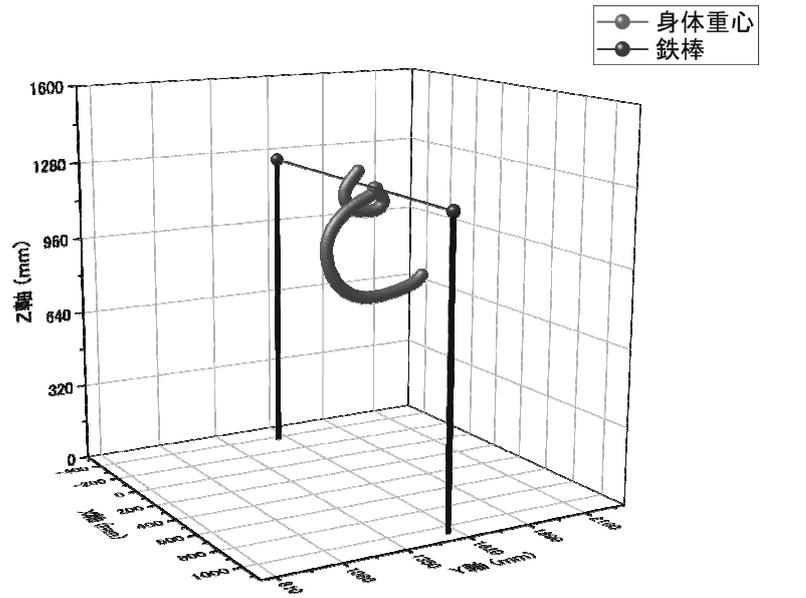
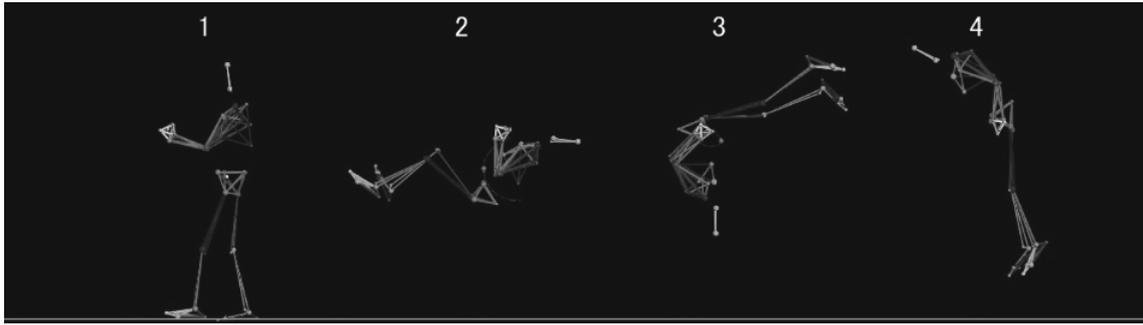


図1 逆上がりのスティックピクチャー（上段）、左斜め前上方から見た身体重心の軌跡（中段）、左側方から見た身体重心の軌跡（下段）

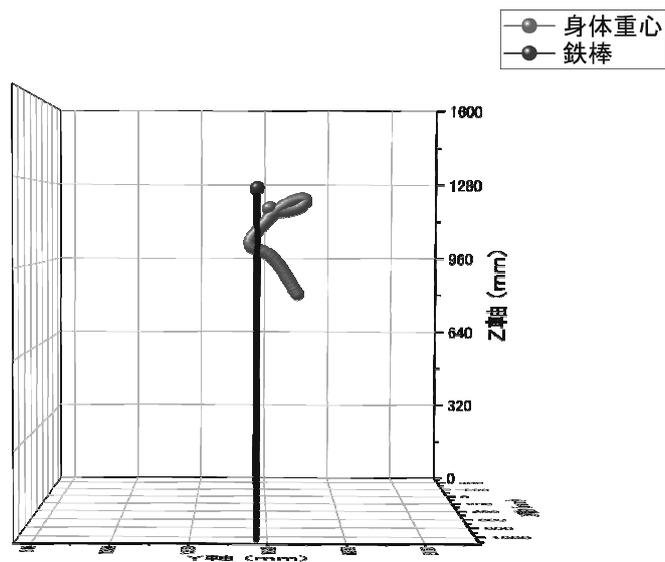
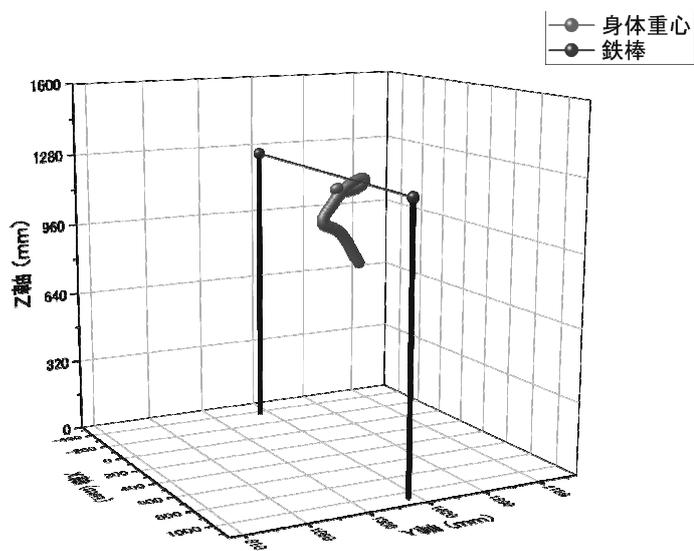
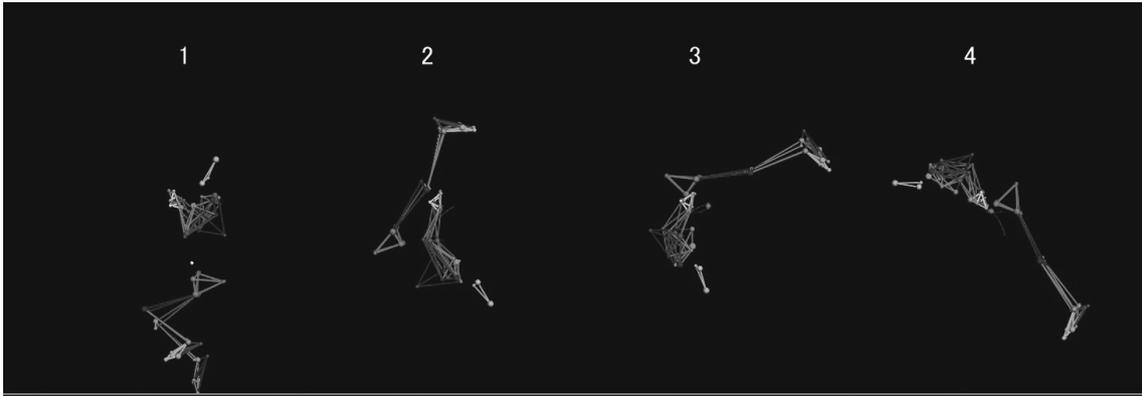


図2 懸垂逆上がりのスティックピクチャー（上段）、左斜め前上方から見た身体重心の軌跡（中段）、左側方から見た身体重心の軌跡（下段）

開始する。そしてB点で身体重心が最も前方へ移動する。この時、B点のスティックピクチャーに見られるように肘を屈曲することによって身体重心の位置が床から高い位置を維持できるので、A点からB点までの振り子運動で身体重心の下降を減らすことによってB点あるいはC点をより高い位置へ揚げやすくしているものと考えられた。次のB点からC点で逆上がりの身体をひっくり返す（回転する）動作を行うのであるが、A点からB点までの振り子運動の際に股関節と膝関節を屈曲することによって重力による振り子運動をきっかけとした身体の回転運動が誘発されている事がスティックピクチャーから見て取れるであろう。この回転運動を利用して身体の回転を継続することによって、C点でお腹を鉄棒に近づけていた。また、B点からの振り子運動の勢いを利用することによって身体重心は鉄棒の後方のC点まで移動することが可能となっていた。そして、C点では、身体重心が鉄棒よりも後方に来ているので、そこから再び重力によって振り子運動がはじまり、その勢いを利用してC点からD点へ身体を起き上がらせていた。このように、逆上がりでは重力による振り子運動を2回利用することによって、余分な力を使わない、効率の良い逆上がりが行われていることが明らかとなった。

次に図4の局面分けされた懸垂逆上がりのスティックピクチャーとその際の身体重心の軌跡を観察してみると、A点からC点では、図3の逆上がりのように円弧を描いていないので重力による振り子運動を利用していないかのような印象を受ける。しかし、実はこの局面でも重力による振り子運動は利用されているのである。懸垂逆上がりでは動作開始の懸垂（肘を曲げる）時のA点で身体重心が鉄棒の後方10cm程度に位置する。逆上がりではA点で身体重心は鉄棒の後方30cm程度に位置する。このわずかな身体重心の揺れを利用して、懸垂逆上がりではB点、C点へ続く身体の回転のきっかけとしているのである。そして、この僅かな振り子運動の最中に逆上がりの身体の上方への引き上げが行われるので身体重心の軌跡は円弧ではなく、斜め前方への上昇と斜め後方への上昇の連続したくの字の軌跡を示すのである。そしてC点からD点では、重力による振り子運動で身体を起こすのであるが、今回の懸垂逆上がりの被験者は、十分に体が鉄棒の上に上がりきらずに終わったため、最後の身体重心の位置が鉄棒の下で終わっているが、完全に鉄棒の上に燕のような姿勢が取れていれば、D点で逆上がりと同様の身体重心の位置を示したと考えられる。

このように逆上がりと懸垂逆上がりで身体重心の軌跡から比較してみると、逆上がりは身体重心に作用する重力を有効に利用して振り子運動を行い、最低限の筋力で実施されているのに対して、懸垂逆上がりでは重力による振り子運動による身体の回転をきっかけとして、筋力を積極的に使って実施していることが明らかとなった。

次に今回の身体重心の軌跡から明らかとなった逆上がりの運動構造と指導との関係を検討したい。身体重心の軌跡の結果より逆上がりはA点からC点までとそれ以降の二つの振り子運動を連続したものと考えられる。したがって、逆上がりをA点からC点までとC点からD点までの二つの局面に分けて指導することが、力学的に妥当であると考えられる。

そこでまず前半部分（A点からC点）の指導について検討する。この部分は、鉄棒を持った立位姿勢から身体を回転させて鉄棒の上にお腹を持って来るまでの局面である。

図5から図7に逆上がりの前半部分の練習方法の指導例を示した。

図5、図6は逆上がりの前半部分ができない場合に良く行われる指導で、台を使ってそこに片足を置き、反対足を大きく振り上げることによって、その勢いでお腹を鉄棒の上に持って来させる指導である。また、図7は逆上がり用の練習台を使用した指導で、基本的には図5、図6と同じ指導法である。ところが、この指導法では図7の写真に見られるように、アゴを上げて（首の背屈）しまう癖がつきやすい指導法である。ともすると、このアゴ上げ（首の背屈）は身体の反りを誘発することが多く、この時点でこの悪い癖がつくと以後、逆上がりの習得が困難になる場合がある。これは逆上がりができない理由の典型例であり、図8の③、⑤に相当するものである。

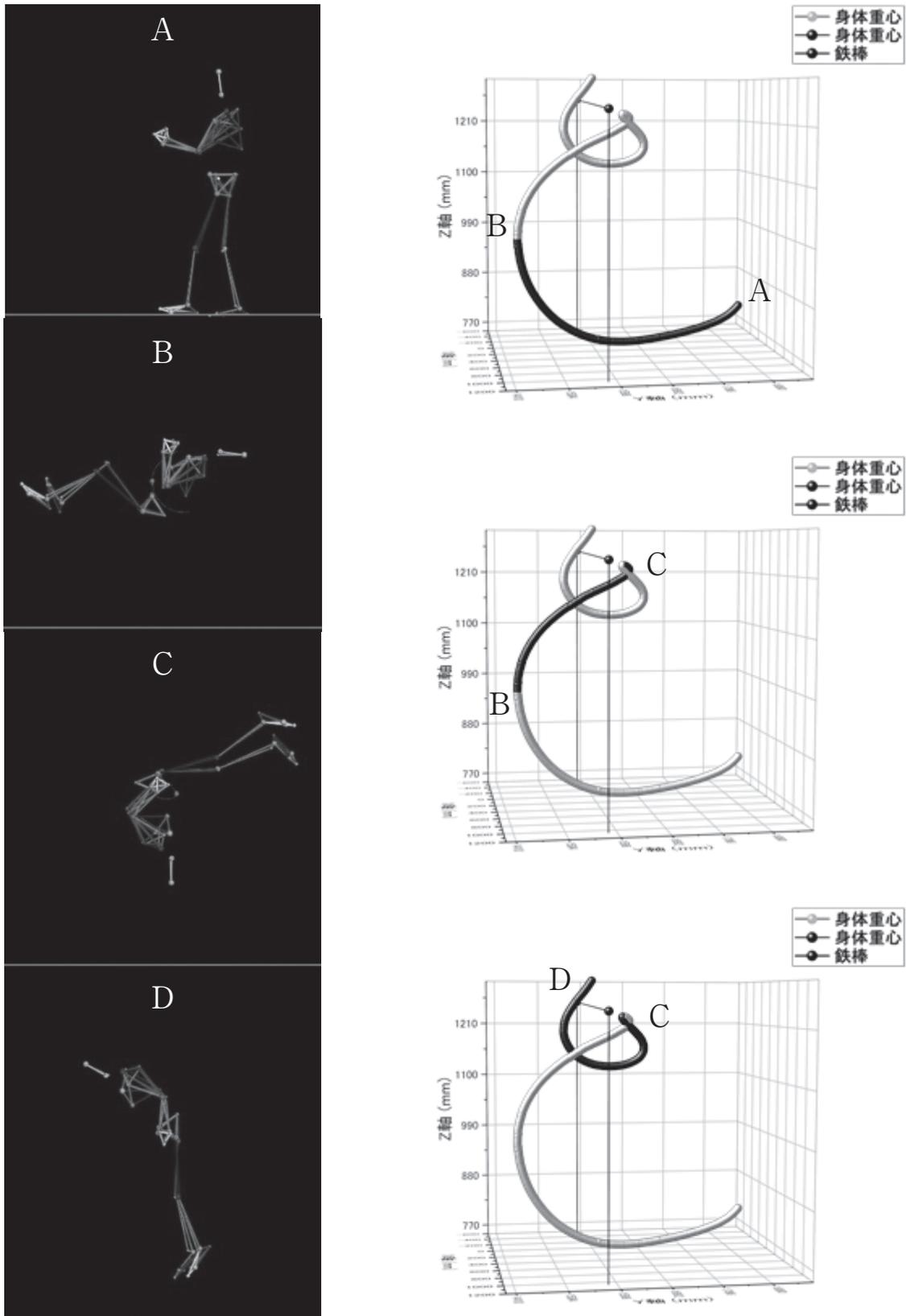


図3 局面分けした逆上がりの身体重心の軌跡 (拡大図)

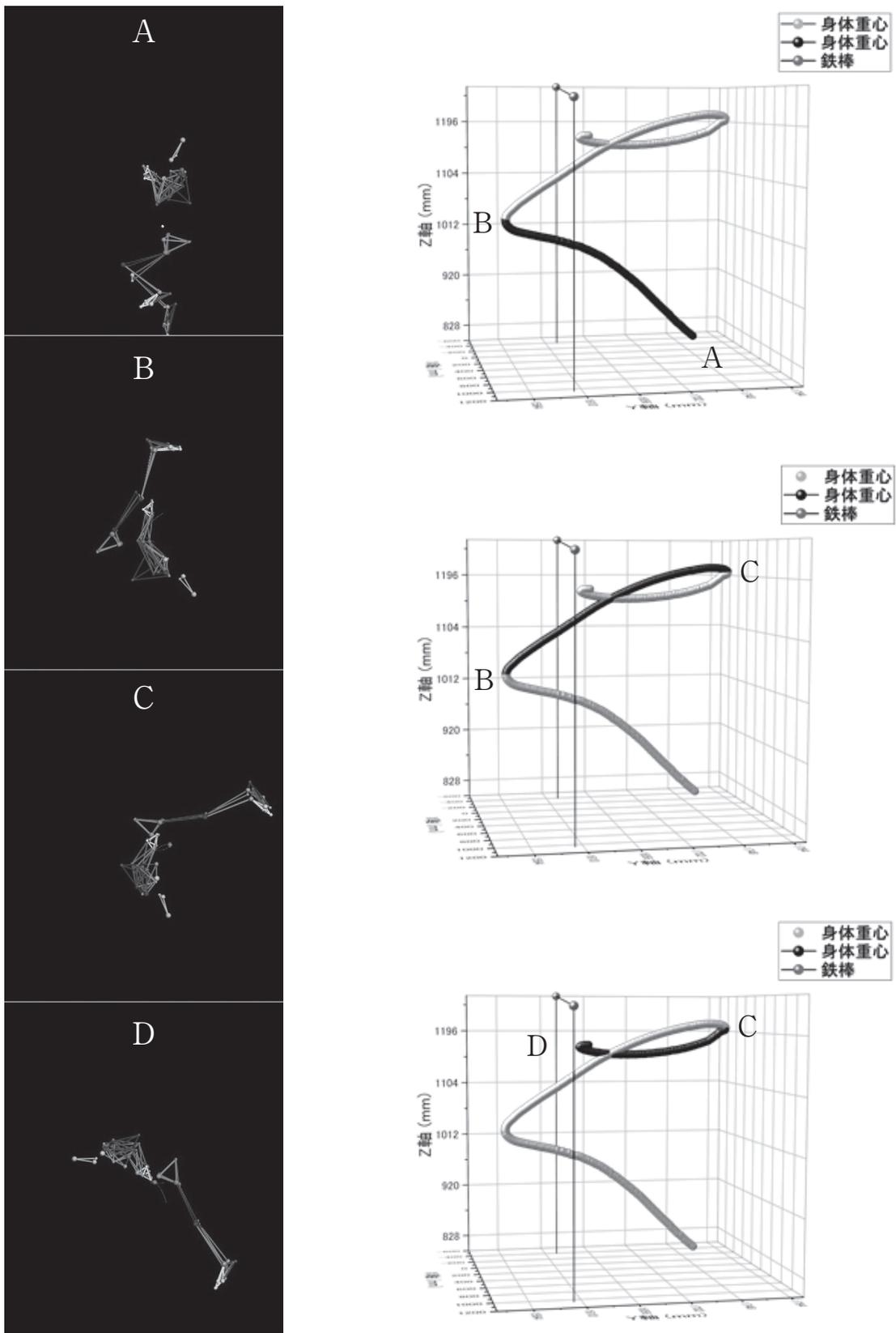


図4 局面分けした懸垂逆上がりの身体重心の軌跡 (拡大図)

③補助台や補助を利用して

- ・足の振り上げを行いやすくするために、跳び箱や踏切板を利用して行う
- ・補助は、膝の裏側と腰のあたりに手を添えて行う

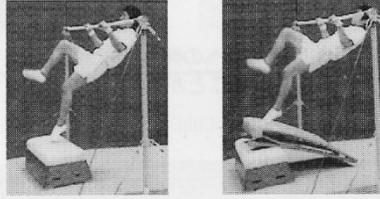


図5 逆上がりの前半部分の指導の一例<sup>1)</sup>

2. 逆上がりの練習

④各種の補助具や補助を利用した逆上がり

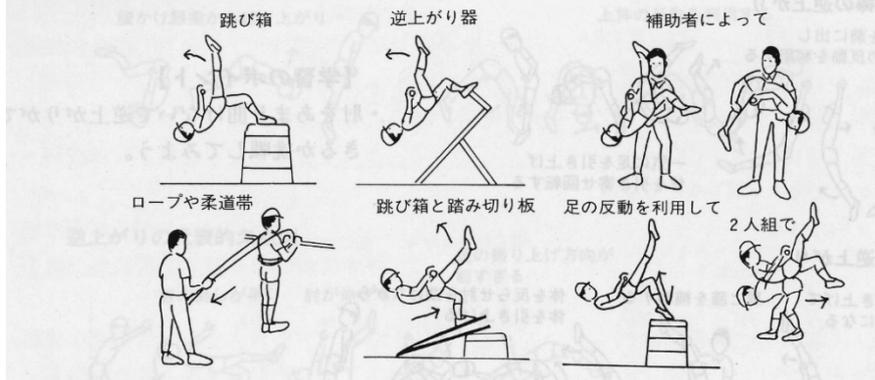


図6 逆上がりの前半部分の指導の一例<sup>2)</sup>

練習方法の工夫

(1) 踏み台や練習器を使つての練習

踏み切る足の位置を、高い所から低い所へずらしていく。

①右の写真のように、鉄棒と同じ高さの所をける。

②徐々に、ける位置をさげていく。

たとえば、

・1番上の板

・3番目の板

・下から2番目



③とび箱や踏み切り板を使つてもよい。

図7 逆上がりの前半部分の指導の一例<sup>3)</sup>



- ①ふみ切り足が、②のふり上げ足をこえていない。
- ②ふり上げ足が鉄棒をこえていない。
- ③あごが上がっているため⑤、背中が反っている。
- ④腕がのびている。
- ⑤あごが上がっている。

図8 逆上がりができない理由<sup>8)</sup>

このように勢いを利用して練習する指導方法は、逆上がりの初歩で悪い癖をつける危険を孕んでいる。そこで、勢いに頼らない指導法を考えてみると図9や図10の指導法が考えられる。図9は懸垂体勢で脇を締める練習である。小学校では、ダンゴムシ（図11）と言って、図9で股関節や膝関節も曲げて小さくなって懸垂する練習がある。今回の結果から考えると、ダンゴムシで前後に振ったり、ダンゴムシで前に振ったときに足を鉄棒より高く上げる練習が有効であると考えられる（図12）。また、図10の足抜きも逆上がりの前半部分の回転感覚をつかむ練習になると考えられる。特に本研究の結果からは、逆上がりのA点からC点までの局面で肘関節を直角（90度）以上に伸ばさずに、肘を支点に振り子運動（回転運動）する感覚を養うことの重要性が示唆された。



図9 懸垂体勢で脇を締める練習<sup>4)</sup>



図10 足抜き回り<sup>4)</sup>



図11 ダンゴムシ



図12 足を高く上げたダンゴムシ

逆上がりの後半部分の指導法としては、ふとんほしからつばめに起き上がる練習が考えられる。この練習に関しては多くの指導書にも取り上げられている（図13から図16）。しかし、実際の現場で、この指導の話聞いたことは殆どない。多くの場合はこのような練習をあえてしなくとも逆上がりの前半部分ができれば逆上がりが出来たと考えられてしまい、つばめの姿勢までキチンと起き上がることを丁寧に指導されていないのかもしれない。また、この後半部分をたくさん練習すれば、逆上がりで逆さになることを恐れる子供には、恐怖心を取り除く良い練習にもなると考えられる。

平成29年 小学校学習指導要領解説 体育編<sup>8)</sup>では第3学年及び第4学年の目標及び内容で補助逆上がりが例示され、逆上がりを取り上げられるのは第5学年及び第6学年の目標及び内容である。しかし、ヒトを類人猿から進化した動物と考えるならば、類人猿の上肢帯は木にぶら下がる事に適した構造をしている<sup>5)</sup>ので、身体が発達して体重が重くなってからよりも、体重の軽い幼少期や小学校低学年で扱った方が逆上がりの習熟には適していると考えられる。現在の小学生は鉄棒で遊ぶ機会も減っており、鉄棒を苦手とする児童も増えてきている。このような社会環境の変化を踏まえ、学校体育の中で器械運動あるいは鉄棒運動を取り扱う場合には、内容と発育・発達との関係を再度見直すことも必要かもしれない。

② 逆上がりへの練習

- ① 順手で体を前におし、腹部で支える状態になる。
- ② この状態から元にもどる練習をする。起き上がる時、頭から起きるのではなく、腰の方から徐々に、胸、頭の順で起きるように練習する。

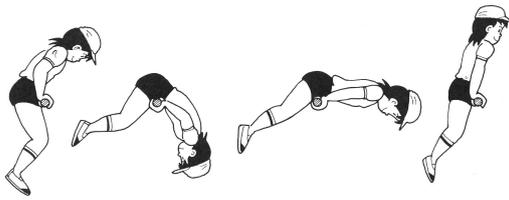


図13 逆上りの後半部分の練習の一例<sup>3)</sup>

② 支持になる感覚

- ・ 腹かけ懸垂から支持に起き上がる
- ・ 手首を返すことを意識する

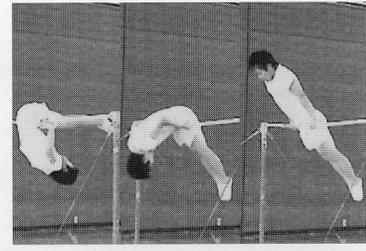


図14 逆上りの後半部分の練習の一例<sup>4)</sup>

② 腹かけ懸垂から支持になる練習



図15 逆上りの後半部分の練習の一例<sup>2)</sup>

① さか上りの前にやっておきたい技

① ねこちゃん体操の「アンテナさんのように」で腰の引き上げ練習を  
ねこちゃん体操の「アンテナさんのように」の動作は、さか上りの後半の足先を見ながら背中を丸めて腰を引き上げる動作と同じです。支点が鉄棒をにぎった2点しかないさか上がりより簡単にでき、しかもさか上りのタイミングを養うことができます。

② お話鉄棒でさか上がり後半の練習を

おへそより少し高い鉄棒で行います。腕立て姿勢の状態からひじを曲げて「ふとんほし」になり、ねこちゃん体操の「ニャーオン」のやり方でもう一度もどります。さか上がり後半の練習です。

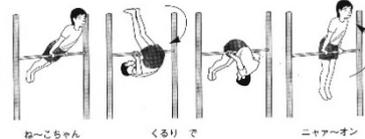


図16 逆上りの後半部分の練習の一例<sup>8)</sup>

## 4. まとめ

本研究の目的は、鉄棒運動の逆上りの身体重心の運動を分析し、バイオメカニクスの観点から逆上りの運動構造を解明し、指導法の検証を行うことであった。その結果、鉄棒の逆上りは二つの振り子運動によって構成されていた。そして前半部分では立位の姿勢から肘を直角(90度)程度に曲げた状態で振り子運動によって身体がひっくり返り(回転し)、後半部分ではふとんほしの姿勢から身体重心の振り子運動によって、つばめの姿勢に起き上がることによって成立していることが明らかとなった。これまでの指導では前半分で足を振り上げた勢いによって逆上りを成功させようとする指導法が多かったが、本研究の結果より、2回の身体重心の振り子運動を効率よく利用することによって、最小限の筋力で効率よく逆上りを成功させることが可能であることが明らかとなった。

## 5. 文献

- 1) 阿江通良, 湯海鵬, 横井孝志 (1992) 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニズム, 11, 23-33.
- 2) 高橋健夫ほか (1992), 器械運動の授業づくり, 大修館書店, 130-133.
- 3) 立木正 監修 (1995), 絵とことばかけでわかりやすい「鉄棒遊び・鉄棒運動」, 小学館, 68-73.
- 4) 三木四郎, 加藤澤男, 木村清人 編著 (2006), 中・高校 器械運動の授業づくり, 大修館書店, 185-186.
- 5) みやすのんき (2017), 「大転子ランニング」で走れ! マンガ家 53歳でもサブスリー, 実業之日本社, 43-45.
- 6) 文部科学省 (2017), 学習指導要領 中学校学習指導要領解説 保健体育編, [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2017/07/25/1387018\\_8\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/25/1387018_8_1.pdf).

- 7) 文部科学省 (2017), 学習指導要領 小学校学習指導要領解説 体育編, [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/fieldfile/2019/03/18/1387017\\_010.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2019/03/18/1387017_010.pdf).
- 8) 山内基弘 (2007), 大好きになる体育の授業, 日本標準, 42-45.