

O2-3

上肢障がい者用フライングディスク投てき自助具の開発

Development of an Aid to Throwing the Flying Disc for People with Upper Limbs Disabilities

○ 竹岸敬紀 (富県大) 大島徹 (富県大) 小柳健一 (富県大) 本吉達郎 (富県大)

Takanori TAKEGISHI, Toyama Prefectural University
Toru OSHIMA, Toyama Prefectural University
Ken'ichi KOYANAGI, Toyama Prefectural University
Tatsuo MOTOYOSHI, Toyama Prefectural University

Abstract: Flying disc is one of the sports that is played by many people, regardless of the possibility and type of disabilities. This is because flying disc is a sport that can easily be played at any time, anywhere and with anybody. However, some people who have upper limbs disabilities cannot control their arms. As a result, it is difficult for them to play flying disc. Therefore we developed an aid that they become able to play the stable throwing of the flying disc with their remaining functions took advantage of. In addition, we had them try the aid that we developed and made an evaluation of the aid. As a result, we shall report overview of our study that could get a high evaluation while there is still plenty room for improvement.

Key Words: Sports for the Disabled, Flying Disc, Upper Limbs Disabilities, Aid

1. はじめに

障がいの有無に関わらず、スポーツを行うことは人の身体・精神ともに良い影響を与える。そのため、人々が生涯にわたってスポーツに親しむことはとても大きな意義がある。特に障がい者は健常者以上に自身の健康に配慮する必要があるため、日常生活にスポーツを取り入れるべきである⁽¹⁾。また、これまで障がい者と健常者が共にスポーツを楽しむ機会は多くなかったが、近年になって学校における交流教育の推進やノーマライゼーションの思想の普及に伴い障がい者と健常者によるスポーツの交流が盛んになっている⁽²⁾。

本研究では、障がい者によるスポーツのうち、フライングディスクに着目する。フライングディスクはいつでも・どこでも・安全に行うことが可能なスポーツであり、知的障がいや身体障がいなど障がいの種類を問わず多くの障がい者に親しまれている。また、フライングディスクは障がい者と健常者との交流の場として取り入れることも容易であり、フライングディスクは誰でも気軽に楽しむことのできるスポーツであるという印象が強い。

しかし、筋ジストロフィー患者や脊髄損傷者のような上肢障がい者の中には腕を自分の思い通りに動かすことができず、ディスクの投てきが困難な者が数多くいる。上肢障がい者がディスクを自分の思い通りに投てきすることが可能となれば、フライングディスクをより楽しむことが可能となると考える。そのためには、障がいの重軽に関わらず自己の力を発揮して楽しめるルール作りと使いやすい用具の開発が必要⁽²⁾である。

本研究では、ディスクの投てきが困難となっている上肢障がい者が自己の力を発揮して思い通りにディスクを投てきすることが可能となることを目的とし、ディスクを投てきするための自助具を開発した。また、開発した投てき自助具の使用評価を行い、上肢障がい者用のフライングディスク投てき自助具として適しているか、さらには実際に使用した際の改善点についても検討を行った。

2. 投てき自助具の必要性

今回開発した投てき自助具の必要性について述べる。また、本研究ではフライングディスク競技のうち、投てきの

正確性を競う「アキュラシー」を参考に開発を行った。そのため、投てきの正確性を中心に投てき自助具の必要性について述べる。

「うまく投てけることができなくても用具を使わず自分の力だけでディスクを投てきしたい」という声があるかもしれない。しかし、フライングディスクでは自分の狙ったところに正確にディスクを投てきすることができた時に達成感が得られると考える。特に、アキュラシーでは投てきしたディスクが自身の思い通りに的を通過した時に競技者は達成感を得る。そこで、用具を用いて自身の狙ったところにディスクを投てきすることで、ディスクをうまく投てきできなくても自身の力のみでディスクを投てきした時よりもより大きな達成感を得ることができると考える。また、用具を用いることで自身の思い通りにディスクを投てきすることが可能となれば、複数人でディスクを投げ合う等、交流の幅が広がり使用者の QOL の向上にも繋がっていくと考える。

上記を理由に、上肢障がい者にフライングディスクのより大きな達成感を得てもらうためには投てきを補助する自助具が必要であると考えられる。しかし、これまでフライングディスク用の自助具というものは開発されていない。そのため、どのような自助具が上肢障がい者の投てき自助具として適しているのかということも明らかとなっていない。そこで、本研究では上肢障がい者のための投てき自助具を開発するだけでなく、上肢障がい者を対象に使用評価を行い、どのような投てき自助具が上肢障がい者に適しているのかということも確認していく必要がある。

3. 投てき自助具

今回対象とする者は、上肢に障がいがありディスクを投てきすることができない者である。そのため、パワーアシストシステムのようなものでディスクの投てきにおける動作の補助を行い、使用者自身の手でディスクを投てきすることは困難である。そこで、本研究では使用者の動作に応じてディスクの投てきを行う自助具を開発した。使用者は自助具を用いてディスクを投てきするための補助動作を行い、自助具がその動作を検出し、投てきするものとした。補助動作には実際に自身の手でディスクを投てきす

るような動作を取り入れた。実際のフライングディスクを意識した動作を行うことで使用者が自身の意志でディスクを投てきしているという感覚が得やすく、より積極性を持ってフライングディスクに参加することが可能となる。

3-1 投てき自助具概要

今回開発した投てき自助具を図1に示す。投てき自助具は図1右下の支持部がテーブルに固定されている。支持部を中心に投てき自助具をテーブルと平行に回転させることが可能となっており、投てき自助具を回転させることでディスクの投てき方向の変更を可能とした。また、投てき自助具には図2に示すような平行リンク機構を取り入れ、リンクの機構動作によりディスクの投てきを行う。平行リンク機構を採用したのは、シンプルな機構で容易に系先端(ディスクトレイ)を制御することが可能となるためである。ディスクトレイにはベアリングを3つ取り付けた。ベアリングはリンク機構動作時におけるディスクの固定と投てき時にディスクに回転を与えるための補助を行う。また、ディスクトレイにはアルミ板を使用した。ディスクが投てきされる際にディスクトレイとディスクとの間の摩擦を小さくすることで、摩擦によるエネルギー損失を軽減することができる。そこで、ディスクトレイ表面にフッ素樹脂シートを張ることでディスクのすべり特性を向上させた。

投てき自助具を固定しているテーブルは高さ(57~76cm)と天板傾斜(0~30deg, 4段階)を変更することが可能である。そのため、使用者に応じた高さに投てき自助具を設置することができるとともに、投てきを行う角度をテーブルで調節することも可能である。また、本研究で使用するディスクは日本障害者フライングディスク連盟公認のファーストバックモデル(直径23.5cm, 重量100g±10)である。

投てき自助具の使用方法は以下のようになる。ここには投てき自助具使用者の動作のみを記す。

- (1) ディスクトレイを自身の手元まで引き寄せる
- (2) ディスクトレイ上にディスクを設置する
- (3) 投てき自助具を回転させ投てき方向を決定する
- (4) (実際にディスクを投てきするように手を振って) 投てきスイッチを押す

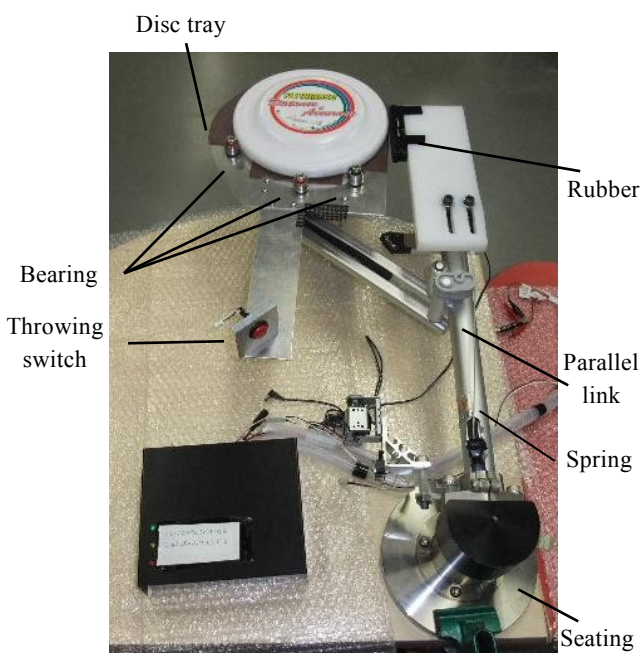


Fig. 1 Aid to throwing the disc

以下に投てき自助具の各部の説明を記す。

3-2 投てき部

ディスクを投てきするときにはディスクの推進力と回転が重要となる。ディスクに十分な推進力と回転を与えてやらなければ安定したディスクの投てきはできない。そのため、本研究においてもディスクに推進力と回転を与えるための工夫が必要であった。

推進力は平行リンク機構を用いて与える。投てき自助具の各リンクを図2と同様にそれぞれ L_1 , L_2 , L_3 , L_4 とする(図2の固定端が図1の支持部とみなす)。投てき自助具の L_1 内部にはばねが内蔵されており、 L_2 (L_3)が L_1 との回転軸を中心に反時計回りに回転することによりばねに張力が発生する。バネ張力を解放した際には、ばね張力は L_2 (L_3)を L_1 との回転軸を中心に時計回りに回転させるように働く。ばね張力が解放されたときのリンク動作を利用し、投てきするディスクに推進力を与える。

回転についてはゴムの摩擦を利用する。 L_1 先端にはゴムが取り付けられており、ゴムはディスクが投てきされる直前にディスクと接触する位置に取り付けた。ディスクがゴムと接触し、ディスクに回転が与えられる様子を図3に示す。図3(a)はディスクがゴムと接触した瞬間の状態である。この状態からさらに L_2 (L_3)が回転することによりディスクはゴムとディスクトレイ上に取り付けられたベアリングに挟まれる形となる。それを表したのが図2(b)である。ゴムとベアリングに挟まれたディスクは前方(投てき方向)へ押し出され、ディスクは投てきされる。図3(c)はディスクが投てきされる直前の状態である。ディスクが押し出されるとき、ゴムの摩擦によりディスクはゴムとの接点を中心に回転しながら押し出される。ベアリングはディスクの回転を補助しつつディスクを押し出す。

ディスクは押し出される推進力とゴムにより与えられた回転を維持しながら投てきされる。つまり、ゴムとの摩擦とベアリングの回転を利用することでディスクに回転を与え、平行リンク機構により推進力を与えることで安定したディスクの投てきを可能とした。

3-3 アクチュエータ

L_1 には投てきの出力となるばねとばね張力の調整を行うためのアクチュエータが内蔵されている。図4に L_1 内部の簡略図を示す。アクチュエータにはDCギヤドモータ(ツカサ電工株式会社, TG47C-FU-64-KA)を用いてある。モータは図4に示すようにボールねじ機構を介してばねと接続されているため、モータを正転または逆転させることで

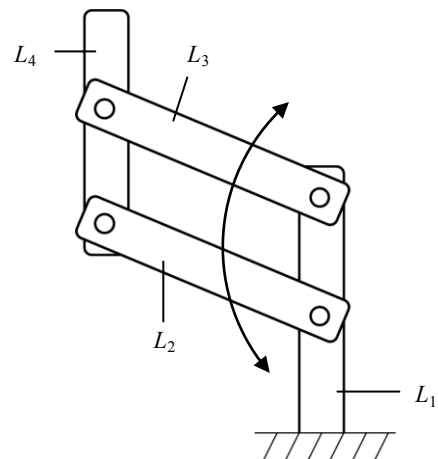
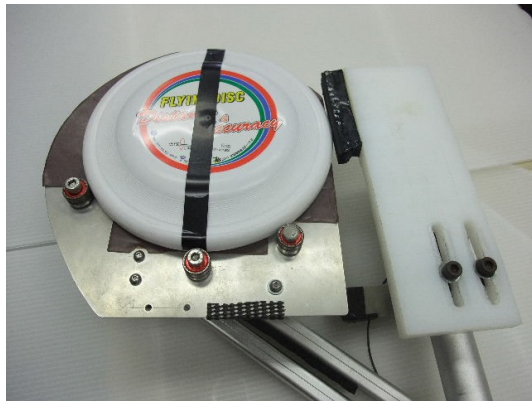
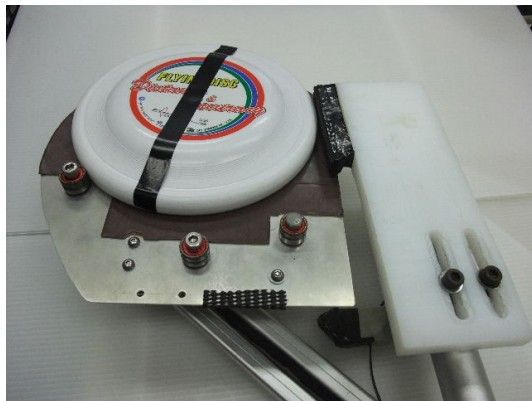


Fig. 2 Parallel link

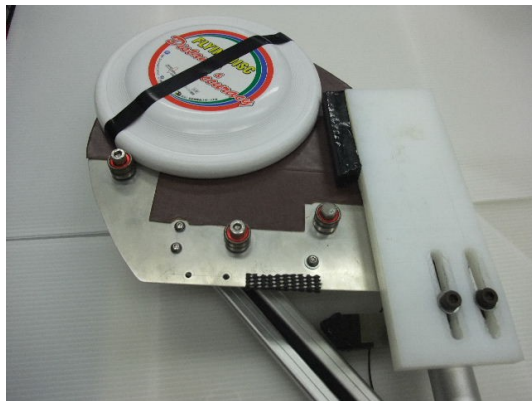
ばね位置を変更することが可能である。ばねのもう一端はワイヤーを介して L_2 の回転軸に固定されているため、ばね位置を変更することで L_2 を回転させたときに発生する最大張力も変化する。ばねをモータ側に近づければ最大張力は大きくなり、ガイドローラ側に近づければ最大張力は小さくなる。発生する最大張力を小さくすることで、小さな力でも外部から機構を操作する(手でリンクを動かす)ことが可能となる。つまり、上肢に障がいがあり大きな力を発生させることができなくとも、使用者の残存能力に合わせて容易に機構を操作することが可能となる。これにより、使用者の使用法(1)ディスクトレーを自身の手元まで引き寄せるという動作を使用者自身の手で行うことが可能となる。



(a) Contingence



(b) Tuck



(c) Right before throwing

Fig. 3 Rotation motion

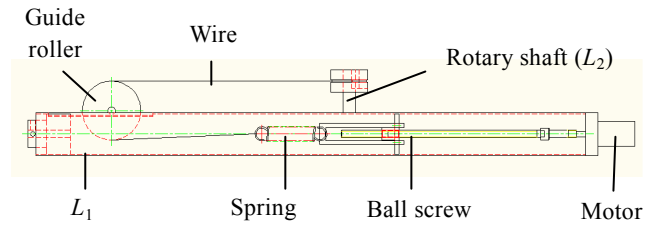


Fig. 4 Actuator

3-4 投てきスイッチ

ディスクの投てきタイミングはディスクトレーに取り付けた投てきスイッチを用いて検出する。投てきスイッチを図5に示す。投てきスイッチには押しボタン式スイッチを用いた。投てきスイッチを押す際には「実際にディスクを投てきするように腕を振って投てきスイッチを押す」という実際のフライングディスクを意識した動作を取り入れることで使用者にフライングディスクを行っている感覚を与える。また、投てきスイッチをディスクトレーに取り付けることで、投てきスイッチを押した際にディスクトレーを自身の力で押し出したという感覚を与えることが可能となる。

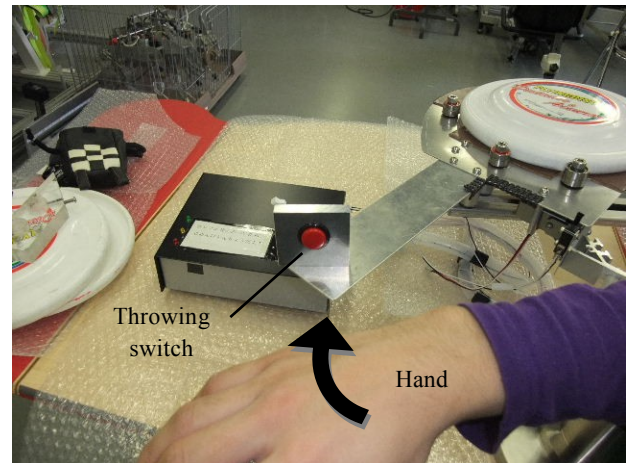


Fig. 5 Throwing switch

4. 投てき結果

投てき自助具を開発し、上肢障がい者が安定したディスクの投てきを行うことが可能となった。しかし、今回開発した投てき自助具を用いたディスクの投てき距離は4m程度である。障がい者フライングディスク競技のアクセラレーションでは5m先的にディスクを投てきするため、投てき自助具を用いたディスクの投てきにおいても最低限5m先的にディスクを投てきすることが可能である必要がある。そのためには、今後更に飛距離が伸びるように改良を加えていく必要がある。

そこで、投てき自助具を用いたディスクの投てきに不足している要素を確認するために人の手により投てきされたディスクの状態と比較した。比較する要素は投てきされたディスクの速度と回転数である。それぞれの投てきされたディスクの状態を表1に示す。人の手により投てきされたディスクの状態は安田の実験データ⁽³⁾を参考にした。

Table 1 State of throwing disc

	Human	Aid
Speed[m/s]	10	4.3
Rotation speed[rpm]	300	345

表1より、回転数は十分な値が得られていることがわかる。しかし、速度を比較すると、投てき自助具によるディスクの速度は人による投てきの速度の半分以下である。安田の実験により、ディスクの速度を速くすることはディスクの飛行において効果的であることが明らかとなっている。そこで、投てき自助具を用いた投てきで十分な投てき距離を得ることができなかったのは投てき速度が不足していたためであると考えられる。そのため、今後の投てき距離の改善としては投てき速度を上げることが目的とした改良を行っていく必要がある。しかし、投てき速度をただ速くすればよいというものではない。投てき自助具の使用者に手で投てきした時との違和感を覚えさせないようにする必要がある。そのためにも、投てき自助具を用いたディスクの投てきにおいて人の手により投てきされたディスクの挙動を再現することは重要なことである。したがって、人の手により投てきされたディスクの速度 10m/s を投てき自助具を用いたディスクの投てきで再現することを目標とする。

5. 使用評価

開発した投てき自助具を実際に上肢に障がいのある者に使用してもらい使用評価を行った。今回使用してもらったのは脳性麻痺患者である。使用評価を行った結果、使用した人全員に共通して「使ってみて楽しかった」「また使ってみてみたい」という評価が得られた。このことから、投てき自助具を用いることによりフライングディスクをより楽しむことができることが確認できた。また、障がいの求めている自助具との方向性が誤っていないことも確認できた。

6. 改善点

開発した投てき自助具の使用評価を行った結果、高い評価を得ることができたが、それと同時に改善すべき点についても見つかった。

6-1 投てき方向

使用評価を行った結果、ディスクの投てき方向が分かりづらいという意見が得られた。ディスクがどこに投てきされるのかわからないために狙った場所とは違った場所にディスクを投てきしてしまったというケースが何度か見られた。投てき自助具を使用してフライングディスクに参加する上で、ディスクがどこに投てきされるのか分からないというのは問題である。

ディスクトレイの変更及びディスクとゴム部の接触条件の調整を行う等、使用者に投てき方向が伝わりやすくする改善が必要である。

6-2 投てきスイッチ

開発した投てき自助具は投てきスイッチを押すことでディスクが投てきされる。投てきスイッチを押す際にはフライングディスクをしている感覚を得やすいと考え、「実際にディスクを投てきするように投てきスイッチを押す」としていた。しかし使用評価を行った結果、使用者は腕を振って投てきスイッチを押すのではなく、押しボタンを押すように指で投てきスイッチを押そうとするケースが多く見られた。これは投てきスイッチに押しボタン式スイッチを用いたことに問題があると考えられる。これまでの経験から、押しボタン式のスイッチは指で押すものという概念が強く頭の

中にあるために腕を振るのではなく指で押してしまうのだと考える。

このような問題は押しボタンスイッチに限らず発生してくる問題である。そのため、使用者にフライングディスクをイメージして腕を振る動作をしてもらうためには、可能な限り使用者に動作を検出するセンサの存在を感じさせない工夫が必要である。使用者に存在を感じさせないセンサとしては現在加速度センサを検討している。加速度センサを用いることで使用者の腕を容易に検出することが可能となる。また、加速度センサを使用者の目線から見えない位置に取り付けることで使用者は加速度センサの存在を感じることなく投てき自助具を使用することが可能となる。

6-3 ルール

今回は障がい者フライングディスク競技のアクセラシーを想定して投てき自助具を使用した。そのため、1つの的を目標にディスクの投てきを行った。しかし、今回開発した投てき自助具では再現性の高いディスクの投てきが可能となるため、1度ディスクを的に通すことができれば、あとは条件(投てき方向など)を変更することなくディスクを的に通すことが可能となる可能性がある。それでは使用者に十分な達成感を与えることができないだけでなく、「次こそはうまくやる」といった使用者の積極性を引き出すことができない。

そこで、的を複数個用意することで正面のみだけでなく様々な方向への投てきを行うようにし、的ごとに投てきの難易度を設けるなど、投てき自助具を用いたフライングディスク競技への参加に適した新たなルールを設定することで使用者の積極性を引き出すことが可能となる。

7. まとめ

上肢障がい者を対象としたフライングディスク投てき自助具を開発し、実際に使用してもらった結果、高い評価を得ることができた。いくつかの改善点も見つかったものの、今回開発した投てき自助具が上肢障がい者用の投てき自助具として実用化できる可能性を大いに秘めていることを確認することができた。

本研究は独立行政法人福祉医療機構障害者スポーツ助成事業の助成を受け、また、アクティブライフ支援の会の協力により実施されたものである。

謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの御意見御協力を頂いた富山県新世紀開発機構参与東保喜八郎氏、びわこ成蹊スポーツ大学教授金田安正氏、セーナー苑施設長野上和也氏、富山県高志リハビリテーション病院臨床リハ工学サービス科長大島淳一氏、流通経済大学教授香川真氏、金城短期大学講師若月博延氏、アクティブライフ支援の会の皆様に深く感謝いたします。また、評価試験に協力して頂いた利用者の方々に御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 陶山哲夫, 障害者スポーツの最近の動向, 理学療法科学, vol. 21, no. 1, pp. 99-106, 2006.
- (2) 山本昌邦, “体育・スポーツの意義と交流の推進” 挑戦しよう!!スポーツに, 山本昌邦, 松原豊編, 社団法人日本筋ジストロフィー協会, pp. 2, 2003.
- (3) 安田邦男, フライングディスクの飛行・空力特性について, 日本航空宇宙学会論文集, vol. 547, no. 47, pp. 314-320.