

## 投擲競技のファールライン

### 0. 研究動機

遡ること10年前、上川高校で勤務していた際に、陸上部の顧問から「投擲競技のファールラインの引き方を知りませんか？」と質問された。詳細を伺うと、石灰の節約とライン引きの労力軽減を兼ねて、しばらく消えないような塗料でラインを引こうとしているのだが、業者は呼ばないので、測量を自分たちで引かなくてはならないということであった。

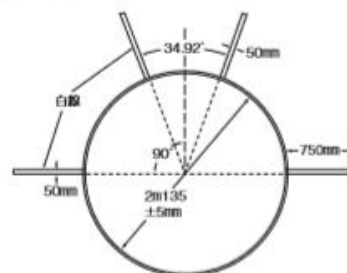
そもそも、その顧問は砲丸投げで日本歴代2位の記録保持者だったので、引き方を知らないこと自体が驚きだったが、ファールラインの引き方はルールブックにも掲載されておらず、陸上関係者も知らないそうだ。

実は私も佐呂間高校時代には陸上部の顧問を務めていたことがあるが、その時も感覚的に引いたことしかなかった。生徒に指示を与えるときにも、「大体それくらいでいいんじゃない？」と、大変適当な指示をしていたのである。

そこで、自戒の念と、日本の陸上界のお役に立ちたいという思いから、ファールラインの簡易的な測量法に挑んでみた。

(陸上競技ルールブック 2018 より)

ハンマー投サークル



明  
第4部  
フィールド競技

ハンマーは円形のリングを置くことによってサークルの直径を2.50mから2.135mにせびめられれば円盤投のサークルから投げてもよい。

(注意) 円形のリングは第187条7によって求められている白線がはっきり見えるように白以外の色であることが望ましい。

8. 幅50mmの白線を、サークルの両側に少なくとも0.75mの長さに引く。その線は塗装するか、あるいは木材またはその他の適当な材質でつくる。白線の後縁は着地場所の中心線に対して直角でサークルの中心を通る直線上にあるようにしなければならない。

287

(本校のグラウンド)

\* ファールラインは引かれていない



### 1. ファールラインの規定

そもそもルールブックでは、投擲サークルのサイズや材質に事細かな規定が書かれている。

しかし、陸上部顧問が説明していたとおり、引き方はどこにも書かれていない。

そして、肝心のファールラインの中心角だが、これまた微妙な

# 34.92°

である。

おおよそ35°で良いような気もするが、やり投げの世界記録がほぼ100mである以上、誤差を見逃すわけにはいかない。

### 2. 簡易的な測量法

古代ギリシャ発祥の競技であることを考えると、当時はインドピタゴラスの定理(3辺の比が3:4:5の三角形を使って、直角を作る)等、図形の整数比を利用して引いていたのではないかと仮定した。

### 3. Try1 「直角三角形を利用」

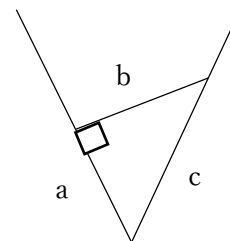
#### (A)案

右図のように、直角三角形を直接中心角にあててみる。

$\sin 34.92^\circ \doteq 0.572432$     $\cos 34.92^\circ \doteq 0.819952$  より、  
小数第4位までを有効とすると

$$a : b : c = 0.8200 : 0.5724 : 1.0000 \\ = 2050 : 1431 : 2500$$

2050 = 2 · 5<sup>2</sup> · 41 より、この3数については、整数値になる見込みはない。



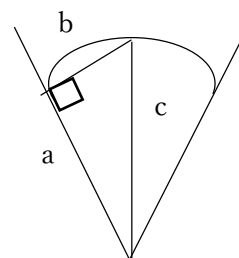
#### (B)案

右図のように、合同な直角三角形2個を中心角にあててみる。

$\sin 17.46^\circ \doteq 0.300040$     $\cos 17.46^\circ \doteq 0.953927$  より、  
小数第3位までを有効とすると

$$a : b : c = 0.954 : 0.300 : 1.000 \\ = 477 : 150 : 50$$

477 = 3<sup>3</sup> · 53 より、この3数についても、簡単な整数比にはならない。



### 4. Try2 「二等辺三角形を利用」

右図のように、二等辺三角形を直接中心角にあててみる。

余弦定理より

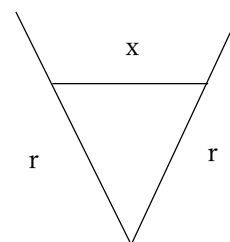
$$x^2 = r^2 + r^2 - 2 \cdot r \cdot r \cdot \cos 34.92^\circ \\ x^2 = 2r^2 - 2r^2 \cos 34.92^\circ \\ = 2r^2(1 - \cos 34.92^\circ)$$

$$\frac{x^2}{r^2} = 2(1 - \cos 34.92^\circ)$$

$$\frac{x}{r} = \sqrt{2(1 - \cos 34.92^\circ)} \doteq 0.6008$$

有効桁を3桁とすると、

$$\frac{x}{r} = 0.600 = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \quad \Rightarrow \quad x : r = 3 : 5$$



### 5. 結論

34.92° の中心角は、以下のようにして作図できる。

3人でメジャーを使い

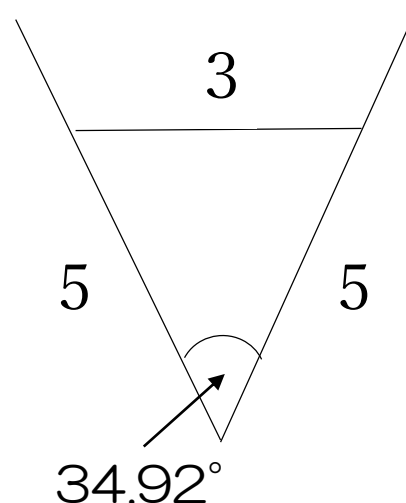
**5 : 5 : 3** の三角形を作る。

このとき、二等辺三角形の頂角が、34.92° となる。

### 6. たしかめ

$$\cos \theta = \frac{5^2 + 5^2 - 3^2}{2 \cdot 5^2} = \frac{41}{50} = 0.82 \quad \leftarrow \quad \cos 34.92^\circ \doteq 0.819952$$

$$\cos 34.9152^\circ \doteq 0.82$$



34.92° - 34.9152° = 0.0048° の差。古代ギリシャ人はこのように引いていたのではないだろうか。

(2018年6月2日 第105回 数学教育実践研究会 にて発表)