

打球のヒットゾーンを考える

埼玉大学教育学部附属中学校 伊良波 里紗

1. 動機や目的

私は中学でソフトボール部に入部した。初心者だが、試合にも数回出場した。試合でゴロを打ったときに、ボールが捕球されるまでの距離が同じでも、捕球される場所によってセーフになるときもあればアウトになるときもある。そこで自由研究のテーマとして、ゴロがどの位置で捕球されたときにヒットになるかを調べてみることにした。ヒットになる場所がわかれば、攻撃に生かすことができるし、守備でも打者をアウトにするための固い守りにつなげることができる。ヒットゾーンの研究は意味のあるテーマと考えた。

2. 研究の方法

(1)ゴロがヒットになる条件の考え方

バッターが打ったゴロの打球、捕球した内野手の一塁送球、バッターの一塁への走塁について、それぞれ平均の速さをもとめて固定とし、打球距離、送球距離を変化させてセーフになるかを調べる。

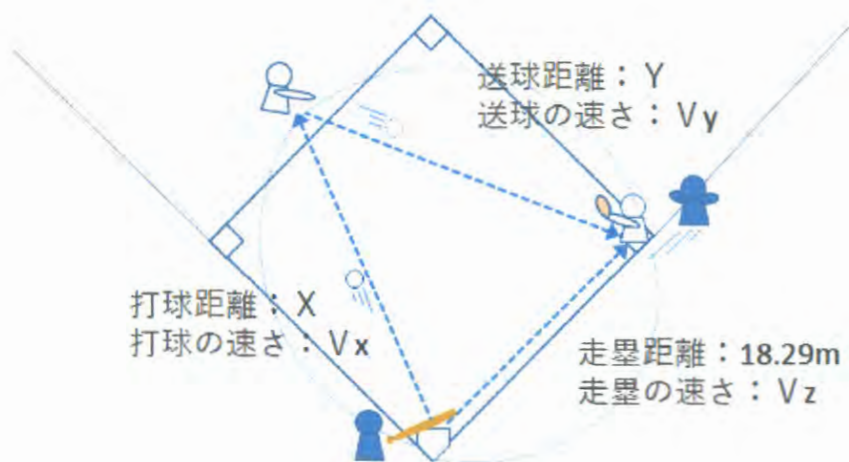


図1

$$\text{打球が内野手に捕球されるまでの時間} = \frac{X}{V_x}$$

$$\text{内野手が送球して一塁に到達するまでの時間} = \frac{Y}{V_y}$$

$$\text{バッターが走塁して一塁に到達するまでの時間} = \frac{18.29}{V_z}$$

ヒットになる時間の条件は下記となる。

$\frac{X}{V_x} + \frac{Y}{V_y} \geq \frac{18.29}{V_z}$	時間の条件式
--------------------------------------------------------	--------

※打球、送球、走塁は直進するものとし、それぞれの速さは固定とする。

※ライナー、フライ、バントは対象としない。

※ホームから一塁までの距離はソフトボールの塁間 18.29mとする。

※内野手がボールを捕球して送球を開始するまでの動作およびバッターがボールを打って走塁を開始するまでの動作にかかる時間は含めない。

<用語の説明>

ゴロ ----- 打ったボールがバウンドしながら進むこと

ライナー ----- 打ったボールが空中にまっすぐ速く進むこと

フライ ----- 打ったボールが高く上がること

バント ----- バットを振らないで横に固定したままボールをあてること

(2) 打球、送球、走塁の平均の速さを求める

ソフトボールの試合動画から距離、時間を測定し、速さを下記の表にまとめた。

表1

No	測定した結果	打球			送球			備考
		距離	時間	速さ	距離	時間	速さ	
1	サードゴロ	14.0	1.38	10.14	18.5	1.76	10.51	
2	ファーストゴロ	16.0	1.56	10.26	2.3	—	—	送球がなかったため送球データは除外
3	ピッチャーゴロ	10.2	0.58	17.59	13.1	2.23	5.87	遅く投げているため送球データは除外
4	サードゴロ	17.1	0.98	17.45	18.3	1.39	13.17	
5	サードゴロ	14.0	1.27	11.02	16.3	1.21	13.47	
6	セカンドゴロ	26.1	1.70	15.35	11.6	1.16	10.00	

表2

No	一塁までの走塁	
	時間	速さ
1	3.25	5.63
2	2.73	6.70
3	2.53	7.23
4	2.92	6.26
5	2.86	6.40

表1、表2のデータから打球、送球、走塁の平均の速さを求める。

打球の平均の速さ (V_x)

$$V_x = (10.14 + 10.26 + 17.59 + 17.45 + 11.02 + 15.35) \div 6 = \underline{13.64}$$

送球の平均の速さ (V_y)

$$V_y = (10.51 + 13.17 + 13.47 + 10.00) \div 4 = \underline{11.79}$$

走塁の平均の速さ (V_z)

$$V_z = (5.63 + 6.70 + 7.23 + 6.26 + 6.40) \div 5 = \underline{6.44}$$

(3)ゴロがヒットになる条件式

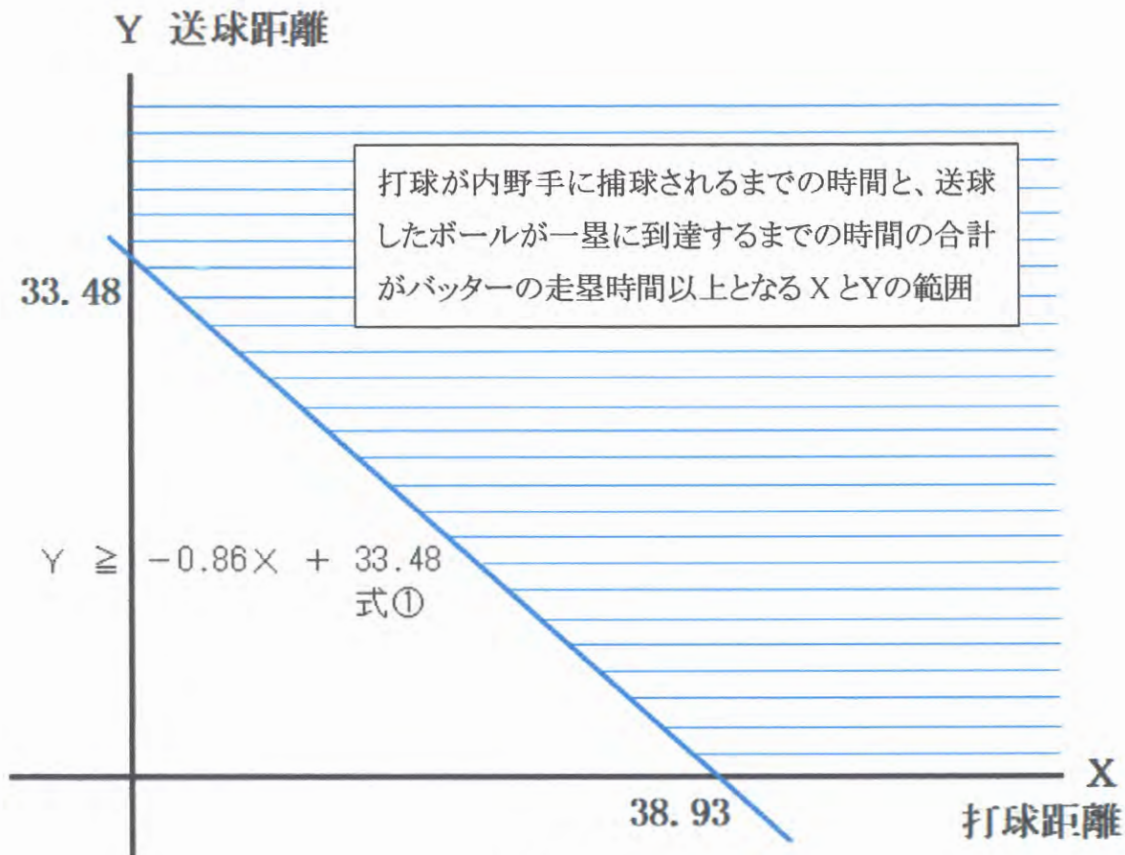
2(2)で計算した平均の速さ V_x 、 V_y 、 V_z を2(1)時間の条件式に当てはめる。

$$\frac{X}{13.64} + \frac{Y}{11.79} \geq \frac{18.29}{6.44}$$

左辺がYになるように式を変形すると下記となる。

$$Y \geq -0.86X + 33.48 \quad \text{式①}$$

式①をグラフ化したものがグラフ1



グラフ1

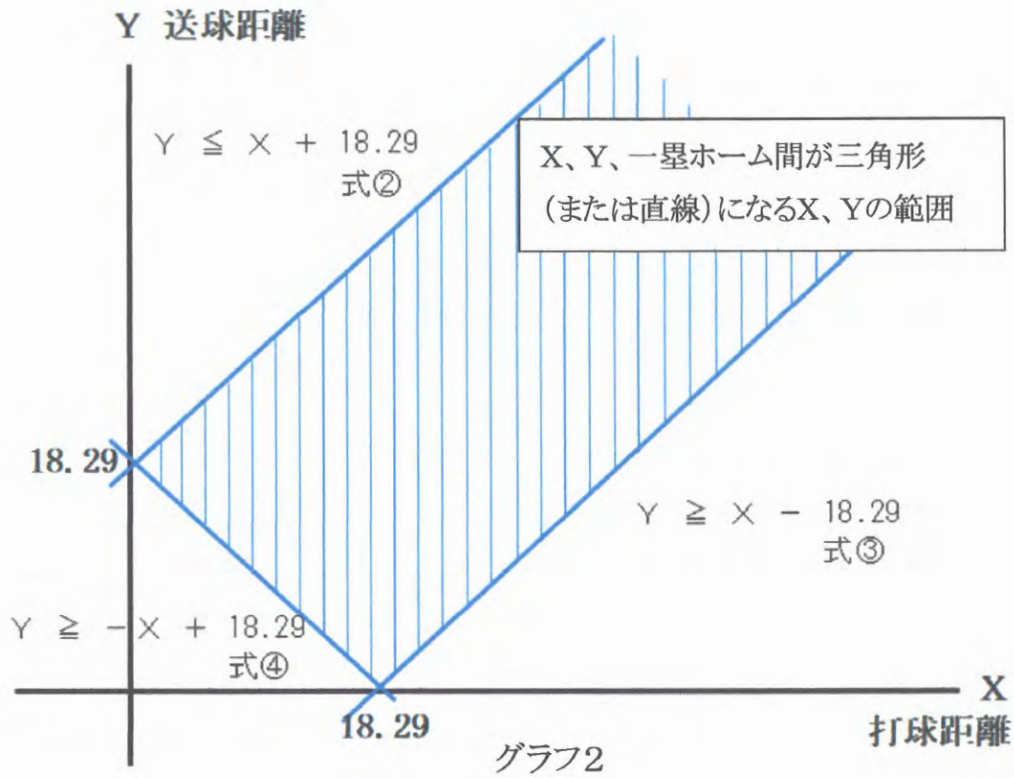
グラフ1ではXが0m のとき、Yが 33.48mとなっている。打球距離が0mのときに送球距離はホームから一塁への距離 18.29mでなければならない。原因は打球と送球が別々のプレーの組み合わせになっているからである。打球、送球、走者がひとつのプレーの組み合わせになるには、X、Y、一塁ホーム間(18.29m)が図1のように三角形(または直線)となっている必要がある。三角形(または直線)となる条件は下記となる。

$$\begin{aligned} X + 18.29 &\geq Y \\ Y + 18.29 &\geq X \\ X + Y &\geq 18.29 \end{aligned}$$

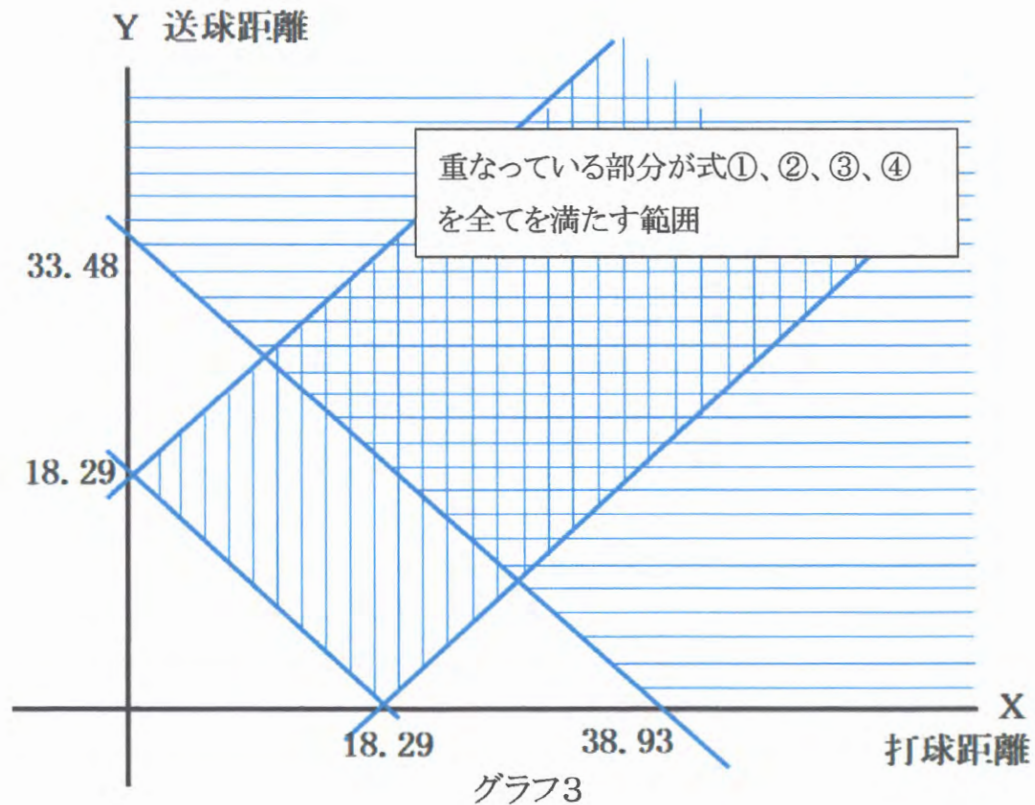
各式を変形すると

$Y \leq X + 18.29$	式②
$Y \geq X - 18.29$	式③
$Y \geq -X + 18.29$	式④

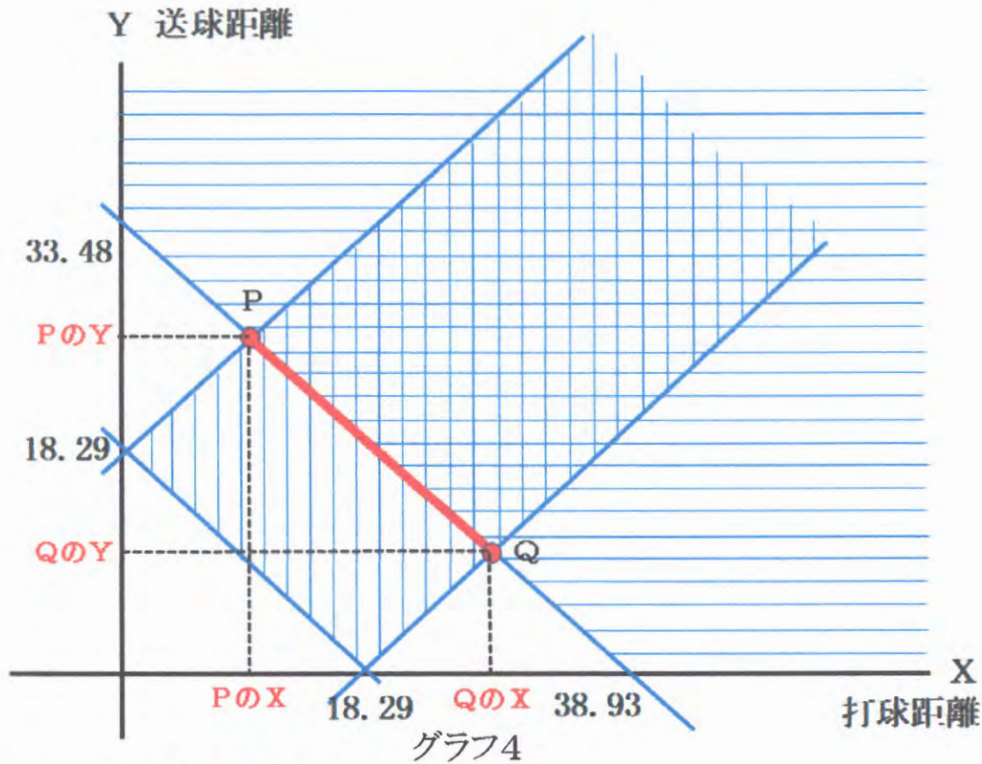
式②、③、④をグラフ化したのがグラフ2



グラフ1とグラフ2を重ね合わせたものがグラフ3



グラフ4の点P、点Qを結んだ線分PQがヒットになる境界



点P、点QのXとYを求める。

点Pは式①と式②の交点であり、XとYの値は同じなので

$$\begin{cases} Y = -0.86X + 33.48 & \text{式①より} \\ Y = X + 18.29 & \text{式②より} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} X + 18.29 &= -0.86X + 33.48 \\ X &= (33.48 - 18.29) \div 1.86 \\ &= 8.17 \end{aligned}$$

$$Y = 8.17 + 18.29 = 26.46$$

よって 点P(8.17, 26.46) となる。

点Qは式①と式③の交点であり、XとYの値は同じなので

$$\begin{cases} Y = -0.86X + 33.48 & \text{式①より} \\ Y = X - 18.29 & \text{式③より} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} X - 18.29 &= -0.86X + 33.48 \\ X &= (33.48 + 18.29) \div 1.86 \\ &= 27.83 \end{aligned}$$

$Y = 27.83 - 18.29 = 9.54$
 よって 点Q(27.83, 9.54) となる。

点P(8.17, 26.46)
 点Q(27.83, 9.54)

点Pと点QのX、Yをソフトボールのグラウンド図に当てはめる。

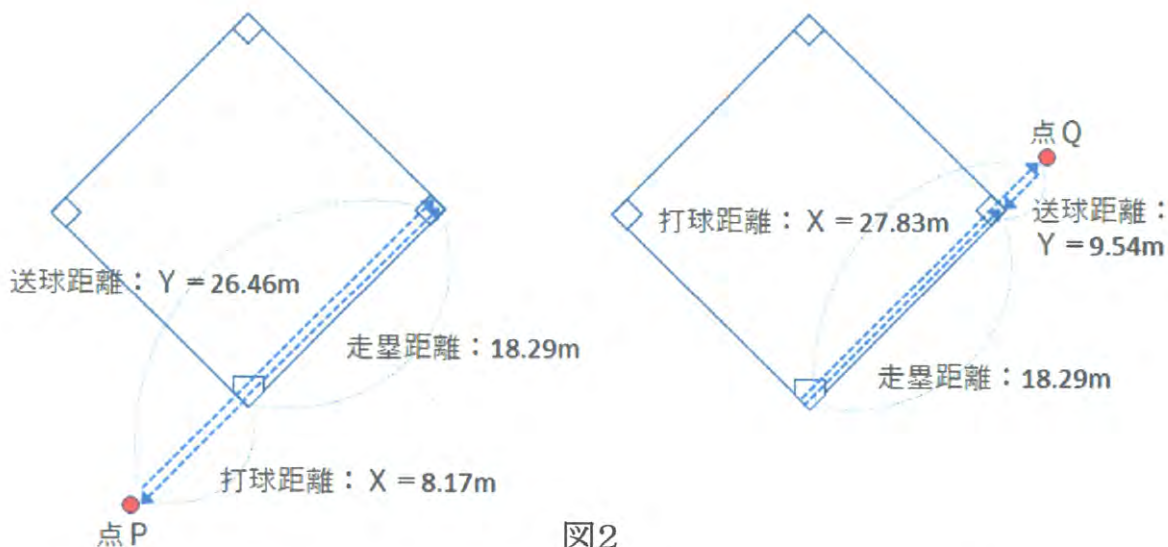


図2

図2から点P、点Qは直線X、Y、一塁ホーム間が一直線となる場合である。点Qはフェアゾーンだが、点Pはファウルとなるため、ファウルになるエリアを除外する必要がある。打球がフェアになるには、右の図3のように、打球方向と一塁線との角度が 90° またはそれ以下でなくてはならない。この条件を三平方の定理(ピタゴラスの定理)を用いてあらわすと下記の式となる。

$X^2 + 18.29^2 \geq Y^2$ 式⑤

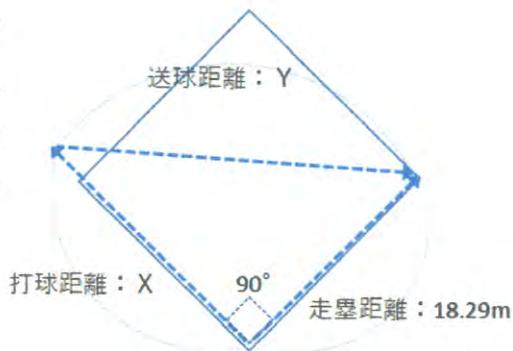


図3

点Pと点Qの間のXの範囲から整数の値を選んで、対応する線分PQ上のY、式⑤の左辺、式⑤の右辺を計算して表3にまとめた。

表3

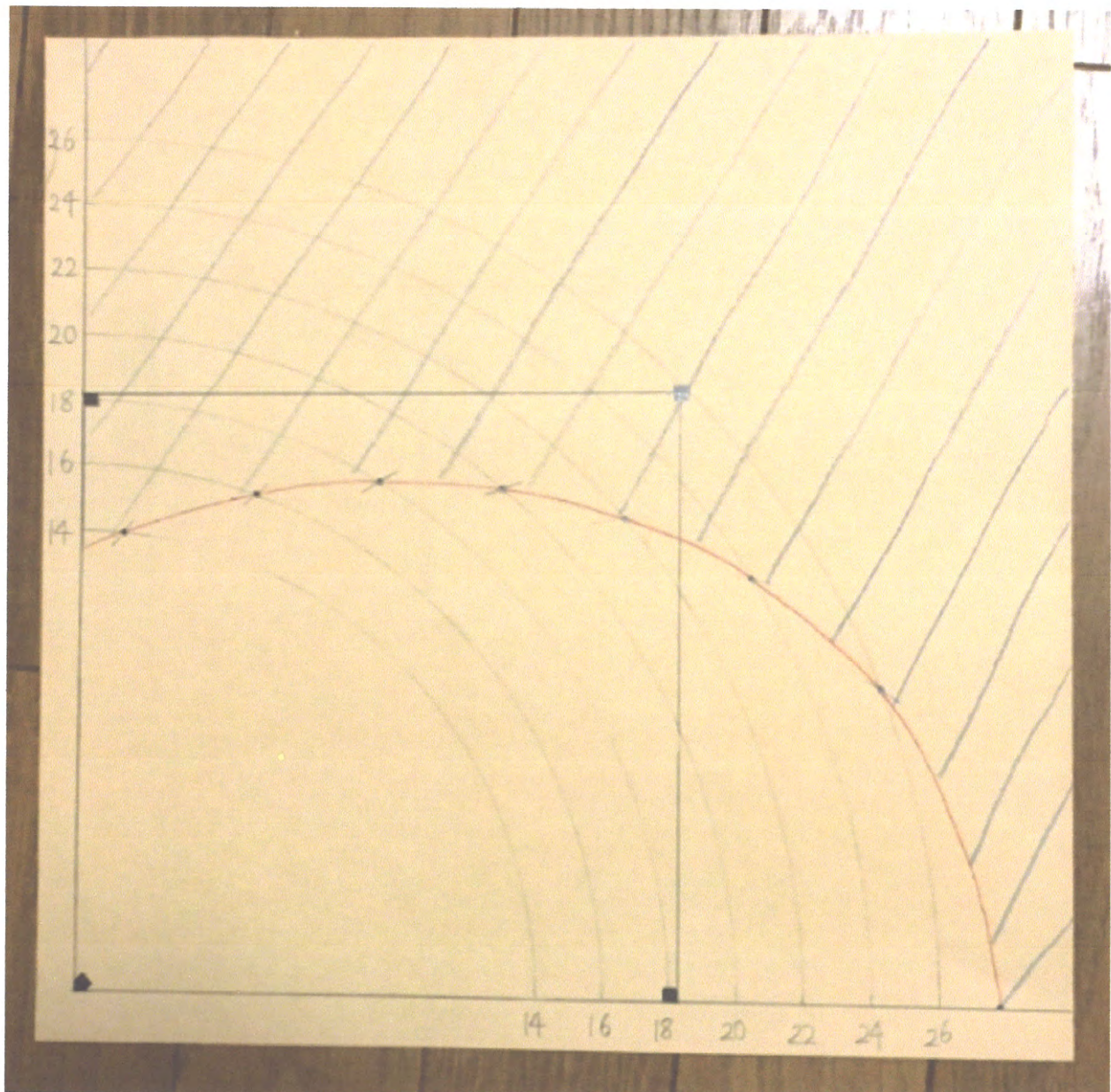
X	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Y	24.88	23.16	21.44	19.72	18.00	16.28	14.56	12.84	11.12
$X^2 + 18.29^2$	434.52	478.52	530.52	590.52	658.52	734.52	818.52	910.52	1010.52
Y^2	619.01	536.39	459.67	388.88	324.00	265.04	211.99	164.87	123.65
フェアゾーン	×	×	○	○	○	○	○	○	○

式⑤を満たすものに○をつけており、○がついたX、Yがフェアゾーンになる。

3. 研究の結果と考察

(1) 結果

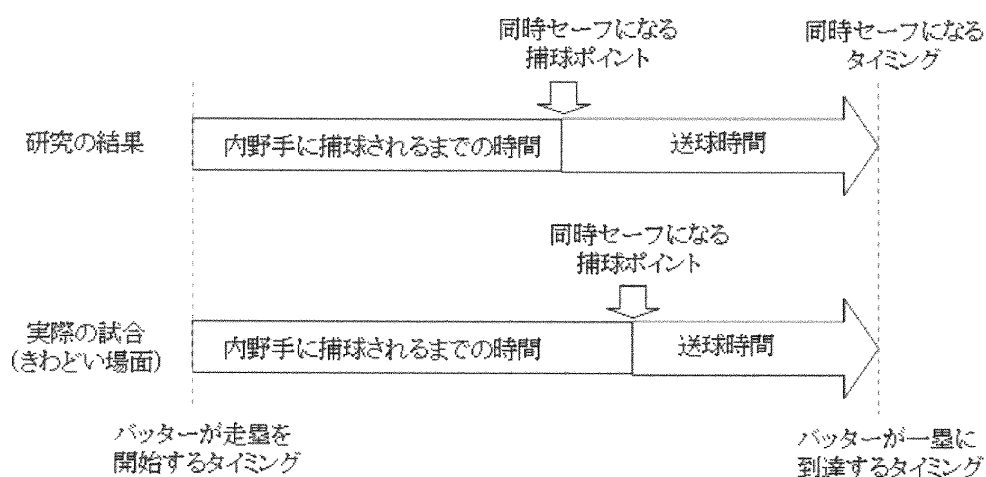
ソフトボールのグラウンド図に表3のXとYの値をもとにヒットゾーンを描いた。ホームからXの距離、一塁からYの距離をコンパスで測り、交点に印をつけた。それぞれの印を結んだ曲線(同時セーフライン)とその外側(斜線部分)がヒットゾーンになる。



(2) 考察

①同時セーフライン(曲線)が思っていたよりも少し前になっている

社会人ソフトボールの試合から時間を測定するときに、ゴロがアウトになる場合しか測定できなかった。内野手の守備に余裕があり、速さよりも正確な送球をしていて、少し送球時間が長かったため、同時セーフラインが少し手前になったと思われる。実際の試合のきわどい場面では、測定した時間よりも短い送球になることが予想される。その分、捕球されるまでの時間が長くないとセーフにならないため、同時セーフラインは研究結果よりも後ろになる。社会人ソフトボールの試合でヒットになるのは外野へのライナーやホームランが多いので、内野ゴロがヒットになる場面を見つけるのは難しかったが、今回の研究ではそういう場面での時間測定が必要だった。



②ほぼ妥当な研究結果が得られた

上記①を除いて、得られたヒットゾーンはほぼ妥当な結果になった。一塁付近がヒットゾーンになっていないのは、内野手が一塁に送球する時間が短く、走者よりも早くボールが一塁に到達するためである。逆に、二塁、三塁付近は一塁付近に比べて送球に時間がかかるためヒットゾーンになっている。

4. 感想と今後の課題

<感想>

- なかなか思うようにはいかず、途中で何度も想定外となっている原因を考えて、数学的にどう解決すればよいかかなり苦労した。
- 計算誤りがあり、やり直しが発生した。ひとつひとつ確実に進めないと効率が悪くなってしまう。計算は確実に行き、過程まできちんと記録して保管したほうがよかった。
- コンパスでは描けない大きな円を描く必要があり、手製のコンパスを作って対応したが、これは良い経験になった。
- ソフトボールの試合動画からのデータ測定は思った以上に大変な作業だった。2時間もの試合からゴロの場面をピックアップし、打球と送球を測定するときに、ストップウォッチを押すタイミングが合わず何度もやり直しをしたからだ。
- 計算した結果をもとにして、思い描いていたヒットゾーンが描けたのはうれしかった。数学を使って日常生活のことが解決できることを実感できた。

<今後の課題>

今回の研究テーマは一塁打だけを対象にしたが、二塁打や三塁打も対象にするとさらにおもしろくなると思う。その場合にはライナーも考慮に入れる必要が出てくる。曲線的にベースランニングすることも検討しないといけなくなりハードルは高そうだ。また、実際の試合では内野手が守備についているため、打球がヒットゾーンに到達する前に内野手に捕球されたらアウトになってしまう。守備の配置も考慮したヒットゾーンがどうなるかまで考えないと実際の試合に生かすことは難しいかもしれない。それは今後の課題としたい。

5. 参考文献

- | | |
|-----------------------|--------------|
| • うまくなるソフトボール 守備編 第1版 | ベースボール・マガジン社 |
| • うまくなるソフトボール 攻撃編 第1版 | ベースボール・マガジン社 |
| • 面白いほどよくわかる 数学の定理 | 日本文芸社 |
| • 新体系 高校数学の教科書 上 | 講談社 |