G017野球の長打

1【思考力】

野球において，球場で長打を打つ方法について述べた以下の文章の（①）～（⑩）には当てはまる数値を（⑪）～（⑭）はuを用いた数式を，（⑮）には$\sqrt{3}=1.7$として計算した数値を入れよ。また，tanの値は最後の数表を用いよ。

ある球場で，打者が長打を狙うものとする。外野手は超一流で，打者が打ったと同時に落下点に向かって全力で走ることができるものとする。この外野手の加速度は$5.0\mathrm{m/s^2}$，トップスピード10m/sであれば，10m走るのに2.0sかかる。どの野手からも10m以上離れている場所に打ってから2.0s以内に落下する打球を打てば長打になるはずである。

図１

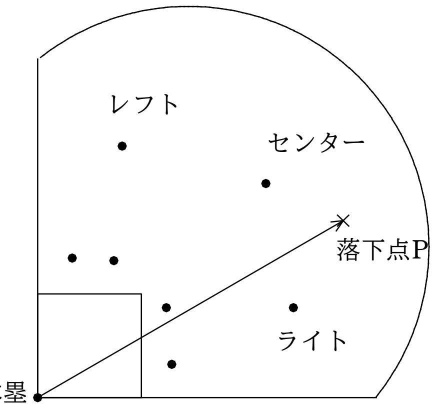
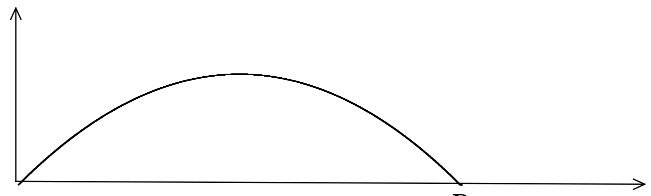


図１はグラウンドでの守備位置を示している。点Pがライトとセンターから20m離れた位置である。この位置に打ってから2.0sで落下する打球の軌道を計算してみよう。本塁から点Pまでの直線距離が90mだとする。本塁から点Pまで打球が飛んでいく様子を示したのが図２である。

図２



本塁とP点との距離が90mでこの間を2.0sで飛ばなければならないので，打球の水平方向の速度は（①）m/sとなる。打ってから落下まで2.0sかかるので，最高点に達するのは（②）s後である。最高点での上向き速度は（③）m/sなので，重力加速度の大きさを$10\mathrm{m/s^2}$とすると，上向きの初速度は（④）m/sでなければならない。水平方向初速度（①）m/s，鉛直方向初速度（④）m/sなので，打ち上げ角度をθとすると$\tan\theta=$（⑤）となり，下の表より$\theta=$（⑥）°となる。そして，その速さは約46m/s（166km/h）となる。

打ち上げてから最高点に達するまでの上向きの平均速度は5.0m/sなので，最高点の高さは（⑦）mとなる。この打球は外野手の守備位置から10m以上離れていると，外野手が追いつけないので長打となる。

次に，ある角度より高い角度で打ち上げるとフライとなる。その角度を求めてみよう。ライトまたはセンターの守備位置が落下点Pから20m離れている。打者が打った瞬間に加速度$5.0\mathrm{m/s^2}$，トップスピード10m/sでPに向かって走ると，Pに達するのは3.0s後である。Pまでの距離90mを3.0sで飛ぶには打球の水平方向速度は（⑧）m/sとなる。最高点に達するのは1.5s後なので，鉛直方向の初速度の大きさは（⑨）m/sとなる。この角度は下の表を用いて（⑩）°である。初速度の大きさは34m/sで，120km/hとなる。この角度より大きな角度で打ち上げると，外野手が追いつくのでフライとなる。

センターの一番奥までの本塁からの距離は120mである。45°で120m先に落下させるための初速度の大きさを考えてみよう。初速度の大きさをuとすると，初速度の水平成分，鉛直成分共に（⑪）であある。最高点に達する時間は（⑫）となるので，落下するまでの時間は（⑬）である。落下までの水平距離をuであらわすと，（⑭）となる。この距離が120mなので，$u=$（⑮）m/sとなる。長打にするには場合によってはホームランよりも速い打球が必要なのである。

θ	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21
$\tan\theta$	0.18	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.32	0.34	0.36	0.38
θ	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
$\tan\theta$	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62

解説

① 90mを2.0sで移動するので，　45m/s

② 落下まで2.0sなので，最高点はその半分　1.0s

③ 最高点は上向き速度　0m/s

④ 1.0s後に0になるので，上向き初速度は　10m/s

⑤ 水平45，鉛直10なので，$\tan\theta=\dfrac{10}{45}=0.22$

⑥ 　表より　12°が0.21で13°が0.23でちょうど真ん中である。12.5°であるが四捨五入して13°

⑦ 1.0sで平均速度5.0m/sなので，5.0m

⑧ 90mを3.0sで飛ぶので速度は　30m/s

⑨ 1.5sで最高点に達するので，$1.5\times10\mathrm{m/s^2}=15\mathrm{m}$

⑩ $\tan\theta=\dfrac{15}{30}=0.50$　表より26°と27°の中間なので四捨五入して27°

⑪ 水平成分は　$u\sin45°=\dfrac{\sqrt{2}}{2}u$　45°なので，鉛直成分も同じ

⑫ 初速度を重力加速度$10\mathrm{m/s^2}$で割ると　$\dfrac{\sqrt{2}}{20}u$

⑬ 落下するまでの時間は最高点までの2倍　$\dfrac{\sqrt{2}}{10}u$

⑭ 平均速度に時間をかけると　$\dfrac{\sqrt{2}}{20}u\times\dfrac{\sqrt{2}}{10}u=\dfrac{u^2}{10}$

⑮ 水平方向速度　$\dfrac{\sqrt{2}}{2}u$で時間$\dfrac{\sqrt{2}}{10}u$異動すると120mなので，

$\dfrac{\sqrt{2}}{2}u\times\dfrac{\sqrt{2}}{10}u=120$　これを解くと$u=20\sqrt{3}=35$