

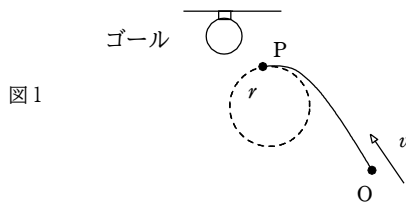
# G011バスケットボールダンクシュート

1

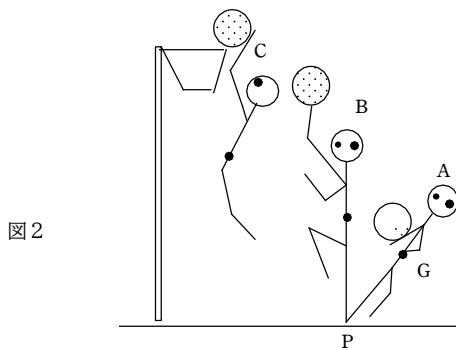
バスケットボールのダンクシュートに関する以下の文章の(①)～(⑬)において、[ ]内に文字が指定されている場合はその文字を用いた式を、[数値]とある場合は当てはまる数値を入れよ。【思考力】

身長が低い選手にとってダンクシュートは難しいといわれているが、身長1.50mの質量  $m$  の人がバスケットボールにおいてダンクシュートをする場合を考えてみよう。ゴールの高さは3.05mとされている。手を思いっきり伸ばすと手の先端は身長よりも0.40mほど高くなるが、それでも1.90mとなり、1m以上ジャンプしないとダンクは成功しない。運動能力の高い人の垂直跳びの記録は0.60m程度なので、足の筋力だけでは1mも飛ぶことは不可能である。1m以上とび上がる方法を考えてみよう。

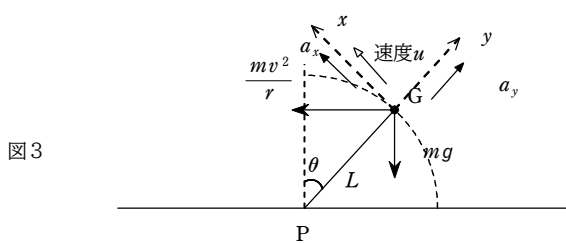
図1はバスケットコートを上から見た図であり、ある選手がO点よりゴールにめがけて接近し、ゴール手前で急激に回転半径が小さくなるような軌道をとった。回転半径が最小になった点をPとし、その時の回転半径を  $r$ 、この選手の速さを  $v$  とする。人体の各部分はそれぞれ別の加速度で動いているが、簡単のために重心Gにすべての質量が集まっているとし、重心Gの運動状況のみを考えるものとする。



P点に達した選手は最初図2のAのように傾いているが、遠心力を利用して体を起こし、Bの状態になってジャンプする。そして、Cの状態でダンクシュートを行うものとする。



この人がP点に達したときの様子を重心Gと足先Pのみであらわしたのが図3で、この時重心には重力(①[  $m, g$  ])、遠心力(②[  $r, m, v$  ])が働いている。この人がP点において体が沈まないようにしっかりと踏ん張るとする。PGの長さを  $L$  とし、重心GはPを回転中心として回転運動をすることになる。重心Gにはたらく重力の回転方向を  $x$  方向とし、遠心力がはたらく方向を  $y$  方向とする。重力の  $x$  成分の大きさは(③[  $m, g, \theta$  ])で遠心力の  $x$  成分の大きさは(④[  $r, m, v, \theta$  ])なので、その合力  $f_x$  は  $f_x =$  (④) - (③) となり、人体にはたらく力のモーメントは(⑤[  $f_x, L$  ])となる。このモーメントにより人体は回転する。この時の加速度の大きさ  $a_x$  は  $a_x =$  (⑥[  $f_x, m$  ])であり、この加速度を受けてGは  $x$  方向に加速する。



この位置でGの  $x$  方向速度を  $u$  とすると、  $y$  方向に遠心力(⑦[  $m, u, L$  ])が働くことになる。

Gの位置が移動するにつれて体が伸びているためにPGは次第に大きくなる。しかし、この時、足には筋力を超える荷重がかかっているために、筋力でPGを大きくすることはできない。そこで、Pからの抗力と重力(①)、遠心力(②)の  $y$  方向成分が釣り合っているとすると、この遠心力のみでPGを大きくする事ができる。そうすると、  $y$  方向の加速度  $a_y$  は  $a_y =$  (⑧[  $u, L$  ])となる。

バスケットシューズと床との静止摩擦係数を1とすると、この人が図2においてP点に達したときに体を倒すことのできる角度  $\theta$  の最大値は  $45^\circ$  となる。この人の重心の位置をExcelを用いて数値計算してみよう。  $t=0$  において  $\theta=45^\circ$ 、  $L=0.82\text{m}$ 、  $u=0\text{m/s}$ 、  $r=1.40\text{m}$ 、  $g=10\text{m/s}^2$  を初期値として0.01sごとに  $a_x$ 、  $a_y$  を計算し、そこから0.01sの間は加速度が一定であるとして、0.01後のGの位置、角  $\theta$ 、  $L$ 、  $u$ 、  $r$  を  $\theta=0$  になるまで計算

する。このような計算をシミュレーション計算といい、科学技術計算によく使われる手法である。

この計算結果をグラフにしたのが図4である。このグラフはPを原点としたときの重心Gの位置を0.01s毎に計算したもので縦軸横軸共に単位はmである。点の右上の数値は運動開始からの時間  $t$  を示している。左端の点は(⑨[数値])s後である。図1におけるAの状態からBの状態になるまで(⑨)sかかることになる。

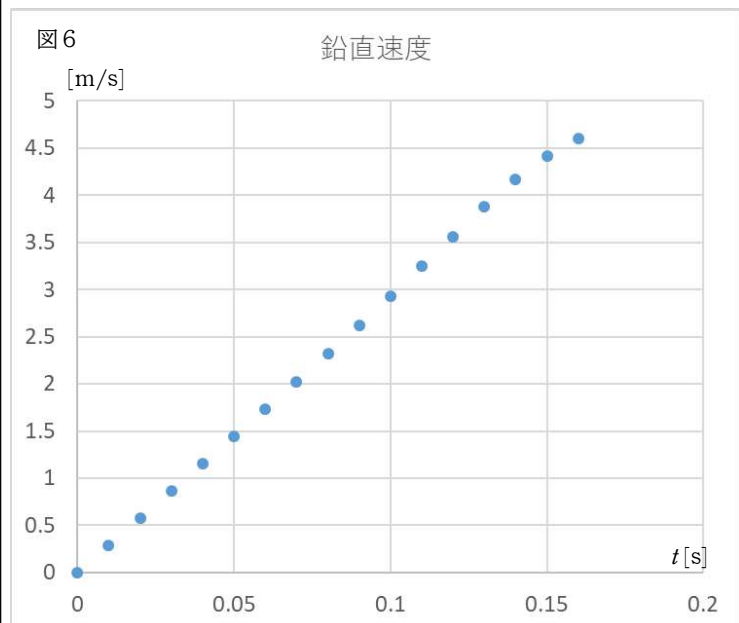
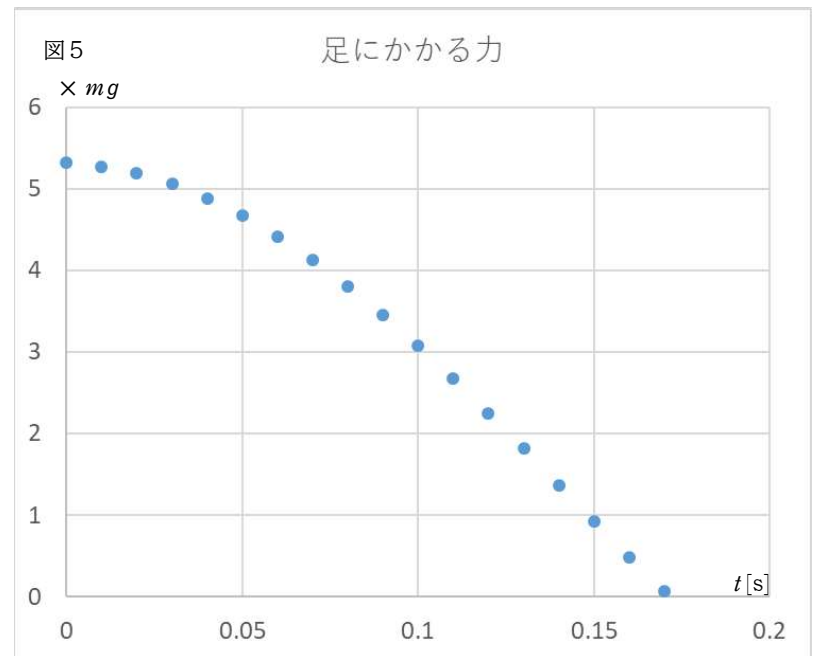
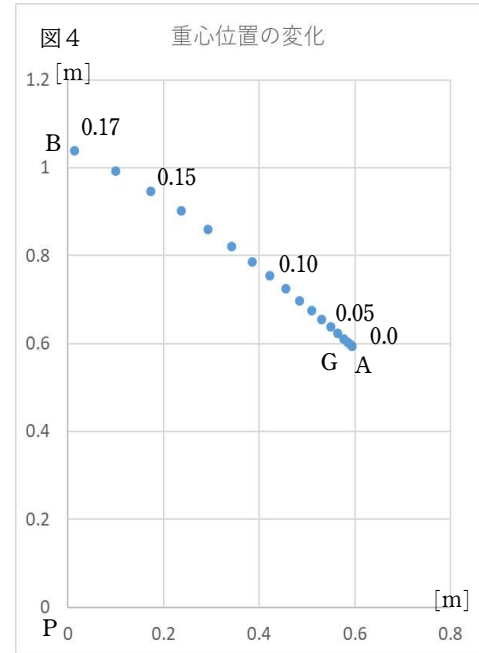


図5は、各時刻における足にかかる力を体重に対する比であらわしている。  $t=0.10\text{s}$

## G011バスケットボールダンクシュート

の時, 3.0であるが, これは体重の3.0倍の荷重がかかっていることを意味している。これによると足に最大荷重がかかっているのは  $t=0$  のときで, その荷重は体重の (⑩[数値]) 倍である。足の筋力は鍛えた人で体重の1.3倍と言われているので, 筋力だけではこの力は得られない。また, 図6は各時刻における重心Gの鉛直方向の速度をm/sであらわしている。これによると,  $t =$  (⑨) sのジャンプ直前のBの状態での鉛直方向の速度は (⑪[数値]) m/sで, 重心の高さは (⑫[数値]) mである。

この初速度でジャンプした時, 重心の位置はさらに1.06m上昇することができ, 最高点に達したときの重心の床からの高さは2.1mとなっている。身長1.5mの人が背伸びをして上に手を伸ばした時, 重心の位置と手先との高さの差は1.1m程度となるので, 手先の位置は床より (⑬[数値]) m高くなりダンクシュートは成功することになる。この方法を使えば理論上身長1.5mの人でもダンクシュート可能である。

解説

- ①  $mg$  ②  $\frac{mv^2}{r}$  ③  $mg\sin\theta$  ④  $\frac{mv^2}{r}\cos\theta$  ⑤  $f_x L$  ⑥  $\frac{f_x}{m}$   
⑦  $\frac{mu^2}{L}$  ⑧  $\frac{u^2}{L}$  ⑨ 0.17 ⑩ 5.5 ⑪ 4.7 ⑫ 1.05 ⑬ 3.2