# 生体工学第一　　2014.5.28

第７回講義内容

１．移動仕事率

２．簡単なモデルに基づく計算（出席点）

３．実測にもとづく移動仕事率の算出

４．人の歩行運動の移動仕事率（宿題）

# 生物の移動効率

移動仕事率:

単位重量の物体を単位距離移動させるために必要なエネルギー（無次元量）

$$\varepsilon = \frac{E}{Wl} = \frac{E}{Mgl} = \frac{P}{Wv} = \frac{P}{Mgv}$$

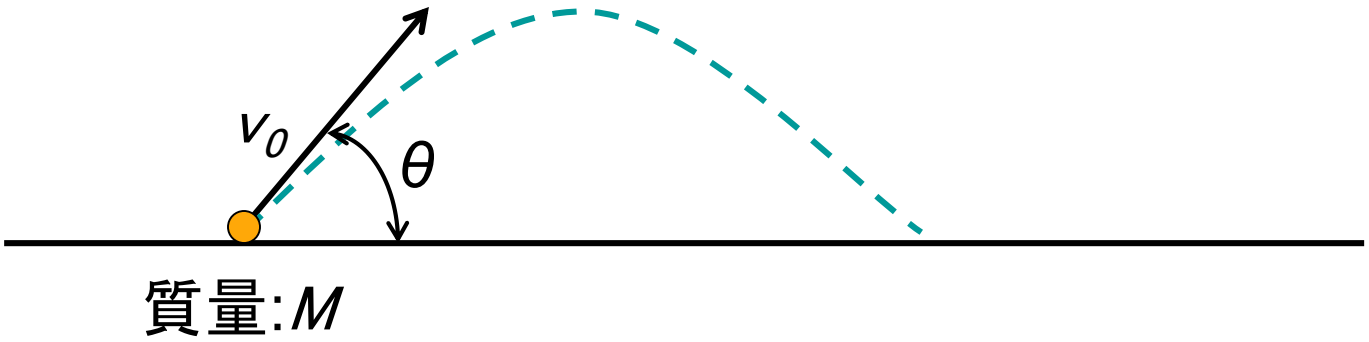
$E$:移動に要したエネルギー, $W$:体重(=$Mg$), $l$:移動距離,
$P$:単位時間当たりのエネルギー, $v$:移動速度

# 乗物と生物の移動効率

配付資料

Gabrielle-von Karman Diagram

# 単発的な跳躍運動による移動



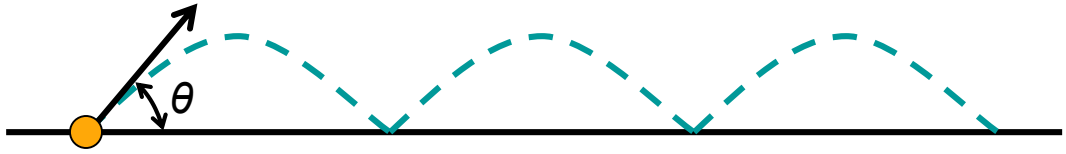

カエルやノミのように単発的に跳躍することによって移動した時の移動仕事率 $\varepsilon$ を求めよ.（着地後，身体は完全に停止するとする.）

最も $\varepsilon$ が小さくなる角度とその時の $\varepsilon_{min}$ を求めよ.

# 連続的な跳躍運動による移動

カンガルーのように連続的に跳躍して移動する動物では，水平方向の運動エネルギーは，保存される割合が高いと考えられる．重力方向のエネルギーのみ消費されると仮定すると移動効率は下記の式であらわされることを示せ．

$$\varepsilon = \frac{\tan\theta}{4}$$



# 思考実験

A地点からB地点まで徒歩で行くとする．到着までに必要な消費エネルギーは速度によって変化するか？（最適な速度は存在するか？）

・歩行速度を上げると，到着時間は短縮されるがそれ以上に疲れそう．→消費エネルギー増大

・逆に非常にゆっくり歩けば，疲れはしないが到着時間は増大する．時間が長くなるとこの間のエネルギーも無視できない．（歩かなくても生きているためのエネルギーは必要！）→消費エネルギー増大

※最適な歩行速度が存在すると予想される．

# 人の歩行エネルギー

Ralstonの歩行運動の実験式（配付資料）

（単位時間，単位重量当たりの歩行運動時の消費エネルギー）

$$p_w = 32 + 0.0050 v_w^2$$

ただし， $v_w$: 歩行速度 [m/min],

$p_w$ : 消費エネルギー [cal/(kg min)].

測定対象：男性57名，女性29名

# なぜ最適値が存在するのか？

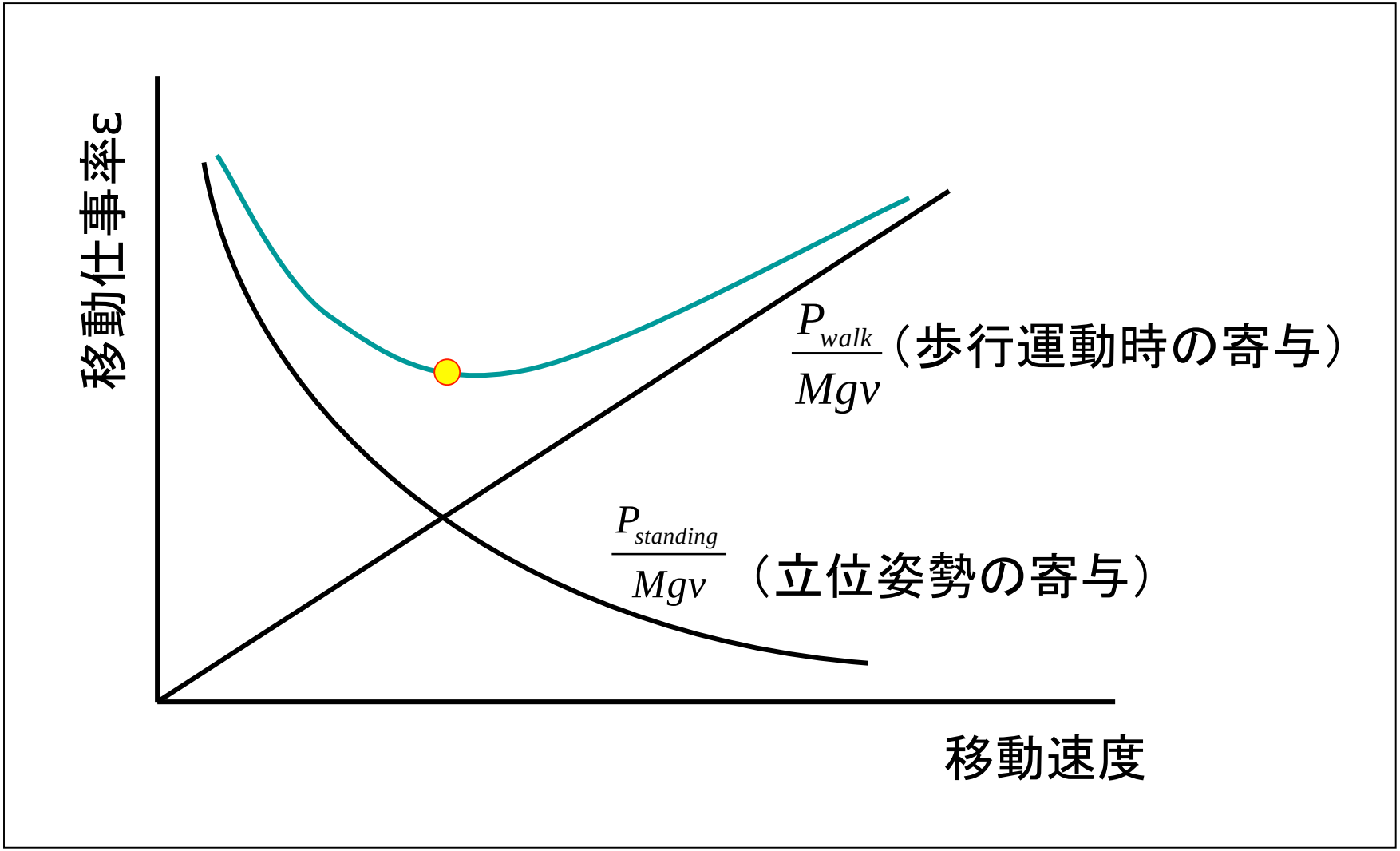
$$\varepsilon = \frac{P}{Wv} = \frac{P}{Mgv}$$

$P$は歩行運動に必要なエネルギー $P_{walk}$ の他に立位姿勢時の代謝エネルギー $P_{standing}$ を考慮する必要がある.

すなわち,

$$\varepsilon = \frac{P_{walk} + P_{standing}}{Mgv} = \frac{P_{walk}}{Mgv} + \frac{P_{standing}}{Mgv}$$

# なぜ最適値があるのか？


移動仕事率ε
$\frac{P_{walk}}{Mgv}$（歩行運動時の寄与）
$\frac{P_{standing}}{Mgv}$（立位姿勢の寄与）
移動速度

第7回講義おわり