

アドプロ（アドバンスプログラミングコース）
のテーマロボット二足歩行ロボット アルクンダーZです。

第3回目、第4回目までの授業で、左の写真まで
組み立てが終わりました。
アルクンダーZは足の形状と重心の関係から下半身のみ
では歩けませんでした。
上半身はロボットが歩行する際、どのように機能しているの
でしょうか。

下半身のみの場合、歩行のためにロボットが片足立ちしたと
きにバランスを崩してしまうことが問題でした。（図1）
この原因は、体を支えている足の幅の外側に重心があり
バランスを崩そうとする力がロボットに働くためです。

上半身を取り付けることによりロボットの重心位置は移動します。

ロボットの姿勢が図2の状態のとき、重心位置は図2の赤丸の位置にあると考えられます。
この場合、ロボットを支える足の幅の内側（足の上）に重心があるため、ロボットはバランスを
保つことができます。

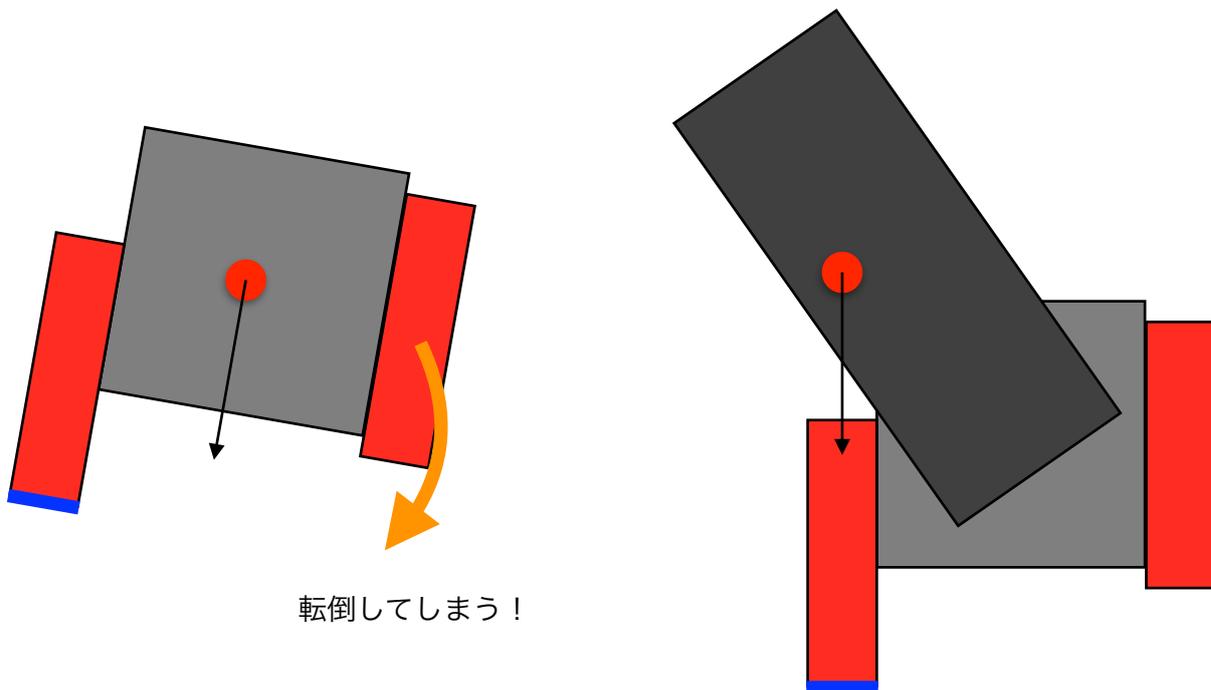
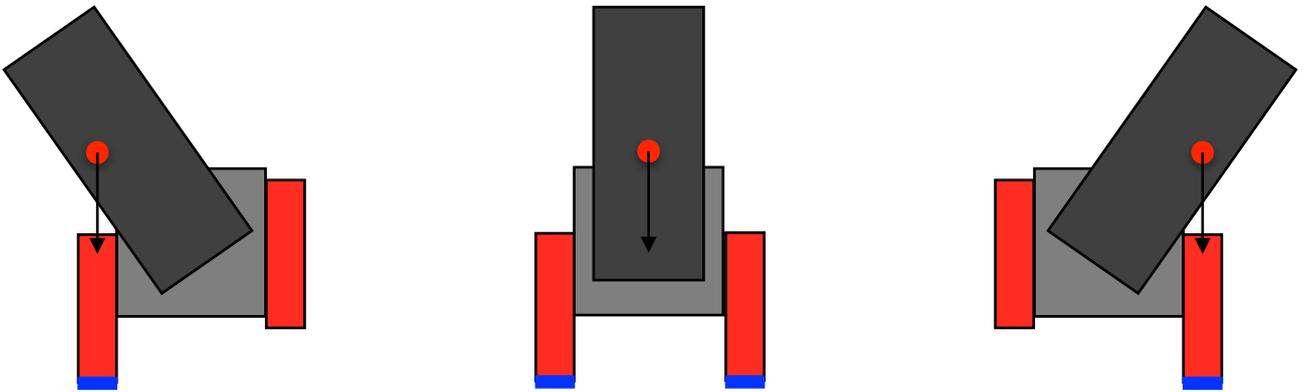


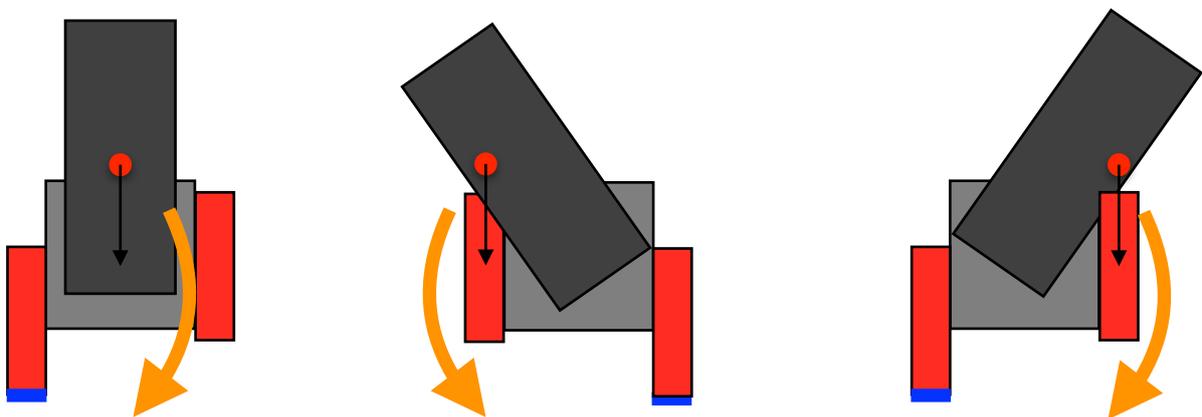
図1

図2

アルクンダーZは歩こうとするときに、上げていない足（地面に着いている足）の向きに上半身を倒すことによって重心位置を動かし、バランスを保つことができます。
図のように足の動きに連動させ、上半身をバランスの保てる向きに傾けることでロボットはバランスを崩さずに歩くことができます。



アルクンダーZでは、足を動かすためのモーターと上半身を動かすためのモーターは別々になっています。そのため何らかの方法で足を動かすモーターと上半身を動かすモーターを同期（タイミングをあわせる）する必要があります。
モーターをただ回転させるだけでは、ロボットはたちまちバランスを崩してしまいます。
また間違ったタイミングでモーターを同期させてもバランスを崩してしまいます。



この2つのモーターを正しく同期させる方法はいくつか考えられますが、アルクンダーZではマイコンを使ったプログラミング制御を行っています。

歩くためのプログラムを考えます。

まず最終的な動作を単純な動きの組み合わせで表現します。

アルクンダーZの場合、最終的な目標となる動作は歩行です。

この歩行の動作を分解すると次の3つの単純な動きで構成されていることがいえます。

- ①足を前進する方向に歩ませる。
- ②上半身を右側へ倒し左足を上げる。
- ③上半身を左側へ倒し右足を上げる。

歩行に必要な基本的な動作をロボットに表現させるためのプログラムを考えます。

ここではモーターとセンサーの取り付け位置は次の通りとします。

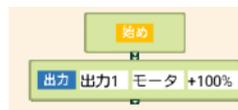
出力1：足駆動用モーター（+が前進）

出力2：上半身用モーター（+が右たおれ -が左たおれ）

センサーA：右足裏タッチセンサー

センサーB：左足裏タッチセンサー

①は足を動かすモーターを回すだけで実現できます。



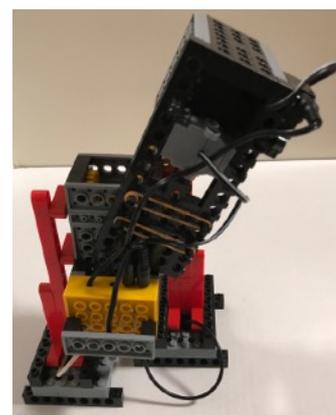
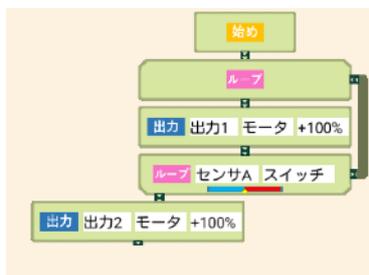
②、③はロボットの仕組みに合わせた考え方をする必要があります。

アルクンダーZの足は左右で連結されているため、右足を上げる司令 左足を上げる司令

を個別で実行することができません。そこで足を動かすモーターを連続的に回転させて、左右の足の裏に取り付けたタッチセンサーの状態を読み取ることで、ロボットの上半身をどちらに倒すか判断します。

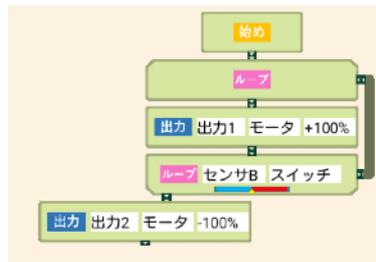
②では上半身を右側へ倒してから左足を上げる動作を行う必要がありますが、左足を上げる命令は実行できませんので、左右の足が地面に着き、かつ左足が上がる前の状態を何らかの方法で検出する必要があります。ギアを介して左右の足はつながっているため、左右の足が地面に着き、かつ左足が上がる前の状態は右足が地面に着いた瞬間として検出することができます。右足が地面についたことを検知した後、上半身を右側へ倒し左足を上げることで目的の動作を行わせることができます。

図のようにプログラミングを行うと右足のタッチセンサーOFF（押されていない）の時はループ内のプログラムを実行し続け、タッチセンサーがON（押された）瞬間に次のプログラムへと進みます。その結果ロボットは写真のような状態をとります。

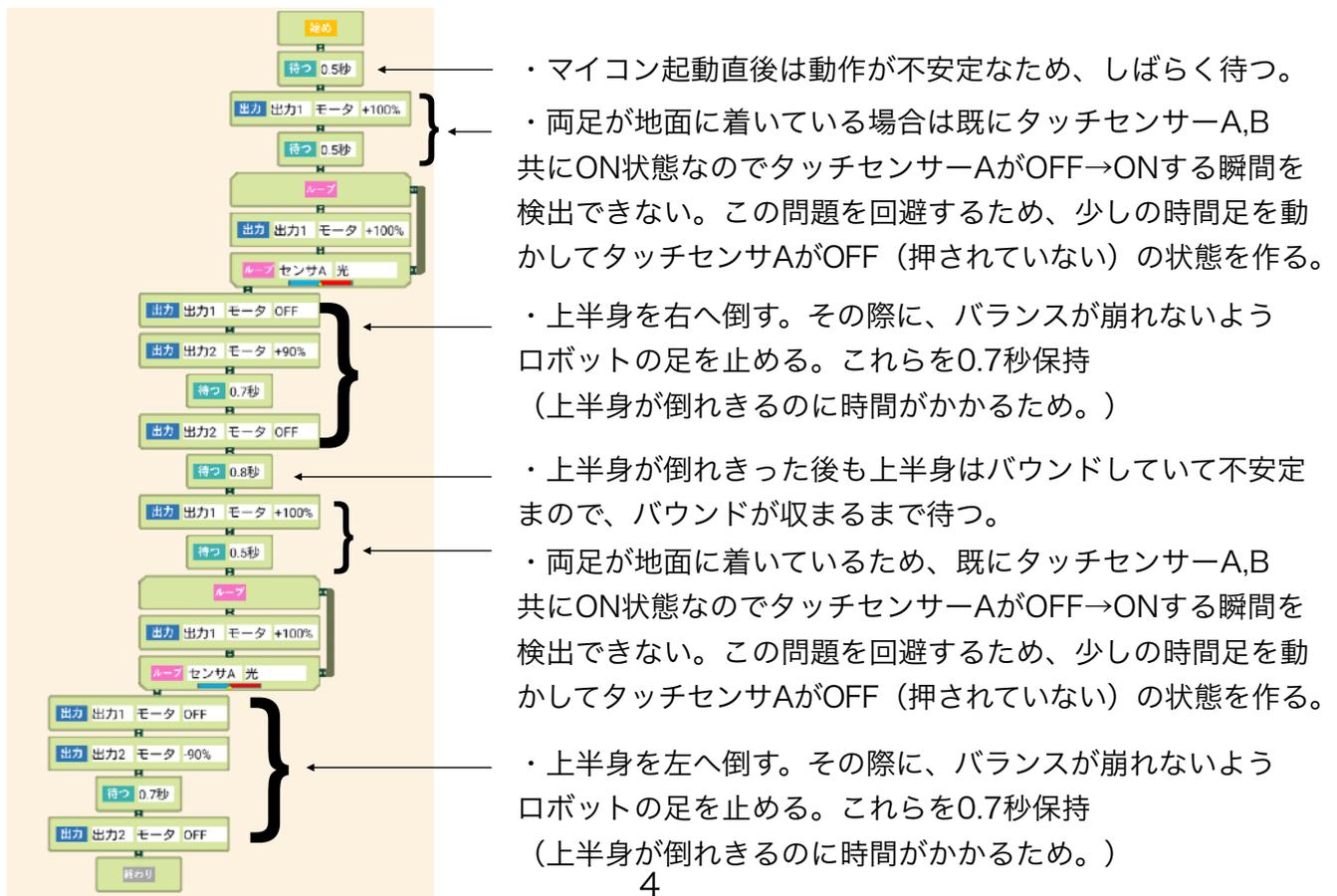


③では上半身を左側へ倒し右足を上げるわけですが、これは②の左右を入れ替えた動きに等しくなりますので、左足が地面に着いた瞬間を検出してから上体を左に倒し、右足を上げれば目的の動作を行わせることができます。

図のようにプログラミングを行うと左足のタッチセンサーOFF（押されていない）の時はループ内のプログラムを実行し続け、タッチセンサーがON（押された）瞬間に次のプログラムへと進みます。その結果ロボットは写真のような状態をとります。



以上で歩行に必要な基本的な動きをロボットに実行させるプログラムがそろいました。これらを連続のプログラムとするためにつなげます。



テキスト通りにプログラムを組み立て、転送し電源を入れると上手く歩く場合もあつたりすぐに転倒してしまう場合もあつたりと、確実に1歩目を歩かせることは難しいかもしれません。

テキストのプログラムでアルクンダーZを上手く歩かせるためには、スイッチを入れるときのロボットの姿勢を予め決めてあげる必要があります。

これは電源を入れた直後はアルクンダーZの左右の足どちらが前にあり後ろにあるのか、上半身が左右のどちらに倒れているのかを検知していないことが元となっています。

ですからアルクンダーZでは【上半身が左側に倒れ】、【左足が前】、【右足が後ろ】にある状態からスタートすることを前提としてプログラミングしてあります。

そのため、想定していない姿勢からロボットの電源をいれるとバランスをとる制御が上手く機能せず、転倒してしまいます。

電源を入れる前に写真のように足と上半身をセットすると姿勢の制御プログラムが正しく動作します。

