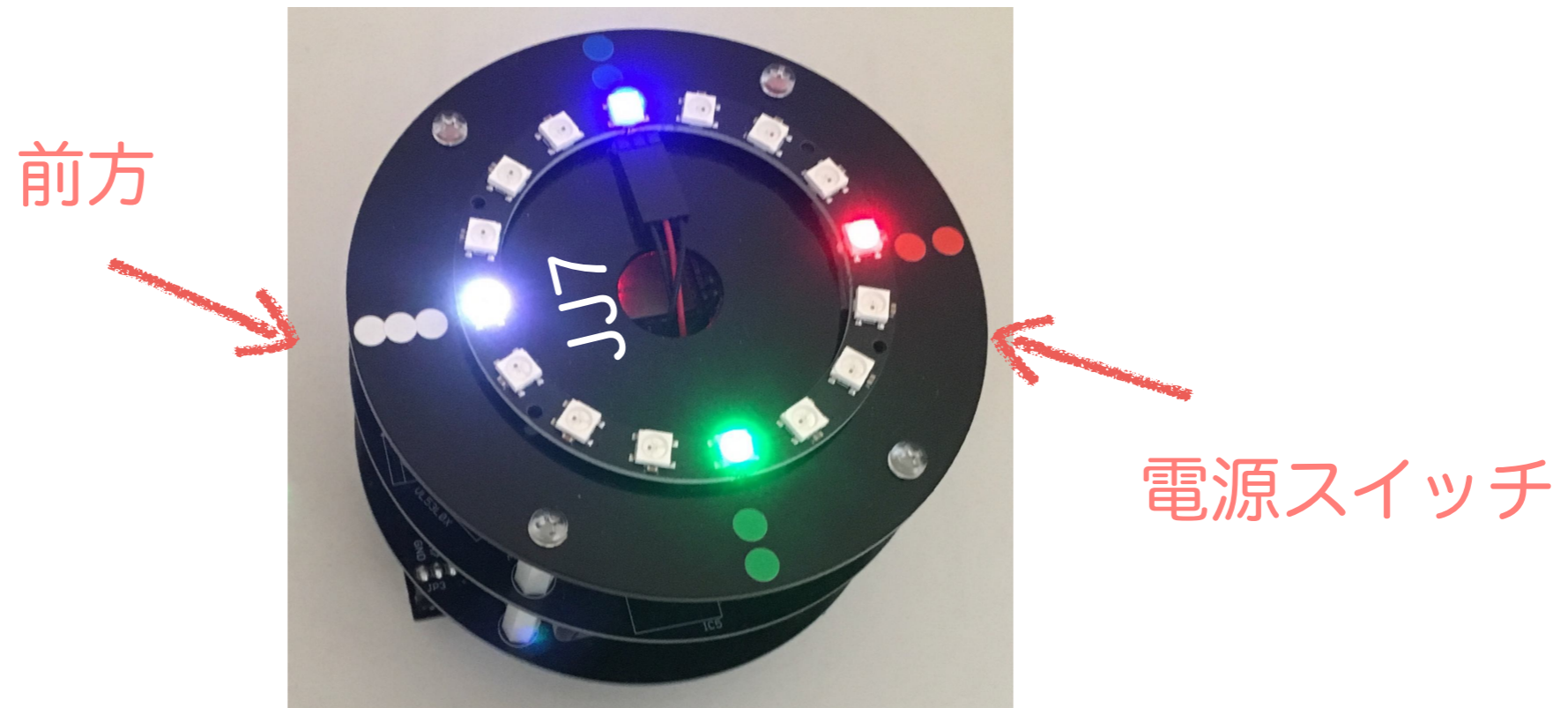


令和1年度 人と地域共創センター公開講座（秋・冬）

AI/IoTセンサのしくみを知ろう（応用編）



第4回 ロボットのモーター2（応用動作）

川上 博

2019/11/02

講座内容

- ・ 講師：辻 明典（徳島大学技術支援部）
桑折範彦（徳島大学名誉教授）
川上 博（徳島大学名誉教授）

・ 土曜日：10:00～11:30

・ 日程：

- | | |
|------------------------|---------------------|
| ① 10/5 概要，環境設定，配布部品の確認 | ② 10/19 復習 |
| ③ 10/26 ロボットのモーター 1 | ④ 11/9 ロボットのモーター 2 |
| ⑤ 11/16 ロボットのセンサー 1 | ⑥ 11/30 ロボットのセンサー 2 |
| ⑦ 12/7 ロボットの制御 1 | ⑧ 12/14 ロボットの制御 2 |
| ⑨ 12/21 ロボットの制御 3 | |

今日のテーマ：JJ7ロボットを動かす(2)

- 速度(w_d , v)を与えてJJ7を動かす：velocityJJ7(w_d , v)
- スケッチ で与えるプログラムは？
velocityJJ7(w_d , v); //引数に正負の浮動小数点数を与える
delay(τ);
- 基本的な動き：前進・後退, 左回転・右回転
- 変化する $v(t)$, $w_d(t)$ を組み合わせるJJ7を動かす

目 標

前進速度 v と旋回速度 w_d を与えて, JJ7の動きの概要をつかむ

前回の復習

- JJ7を動かす：速度を与える2つの平面の関係
- 前進の実測と左回転の実測の関係は？

Ex401, Ex402：円運動を描く

Ex403, Ex404：速度を時間的に変えてJJ7を動かす

Ex405：Ex403とEX304を組み合わせてJJ7を動かす

motor関数と速度(vR, vL)との関係

2つの車輪の速度を操作してロボットを動かす

操作量①：左右にある車輪のモーター速度：spL, spR

操作量②：左右にある車輪の回転方向：oriL, oriR

```
motor(spL, spR, oriL, oriR);
```

```
0 <= spL <= 1023, oriL = (0 or 1) : vL
```

```
0 <= spR <= 1023, oriR = (0 or 1) : vR
```

JJ7の走った距離は同じ !!

```
motor(300, 300, 1, 1); // fwd
```

```
motor(300, 300, 0, 1); // rotL
```

```
motor(300, 300, 1, 0); // rotR
```

```
motor(300, 300, 0, 0); // bwd
```

JJ7 ロボットの運動

- 車輪の接地点での速度(v_R , v_L)とJJ7の中心での速度(v , ω)

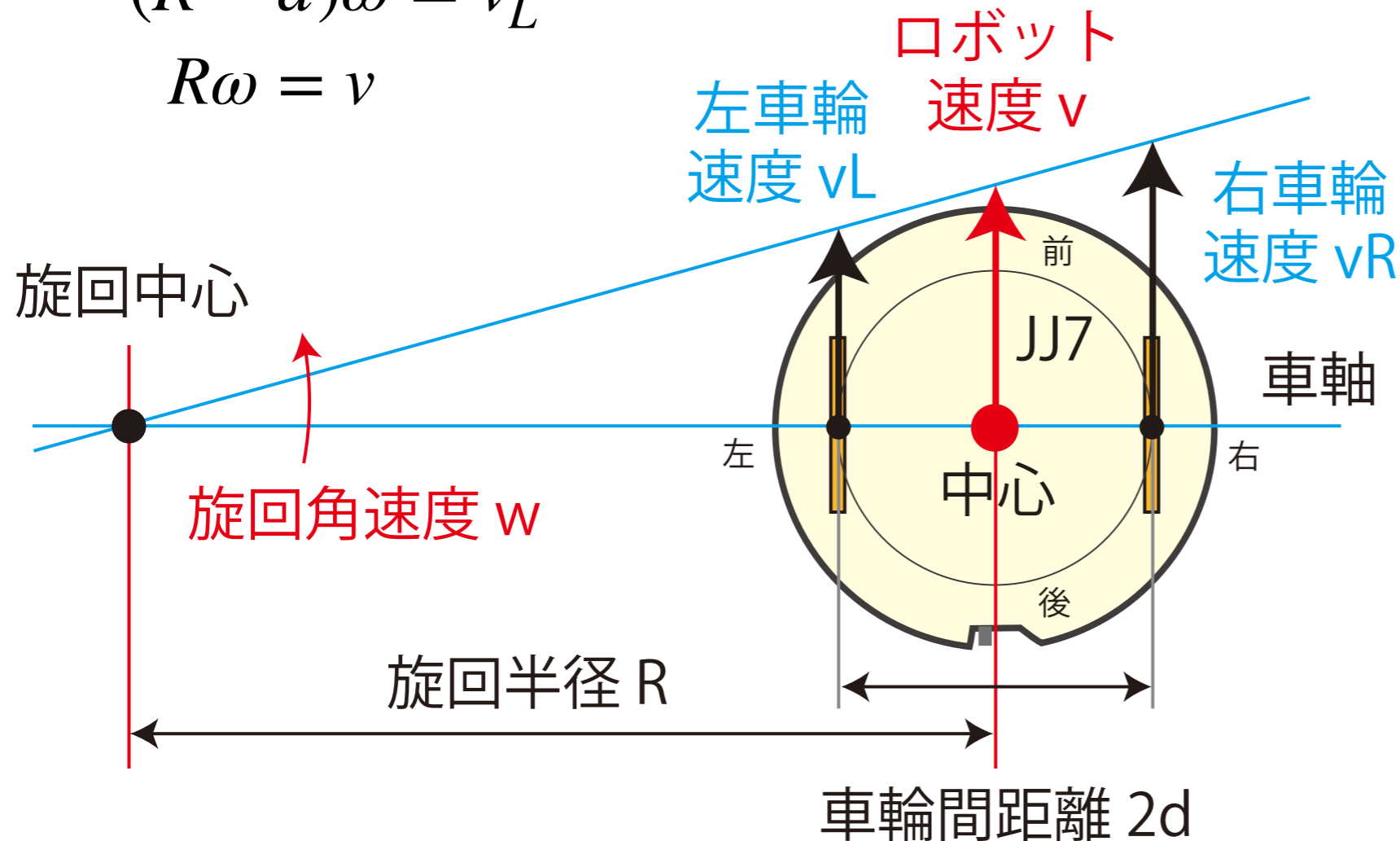
$$(R + d)\omega = v_R$$

$$(R - d)\omega = v_L$$

$$R\omega = v$$

$$v_R = v + \omega d$$

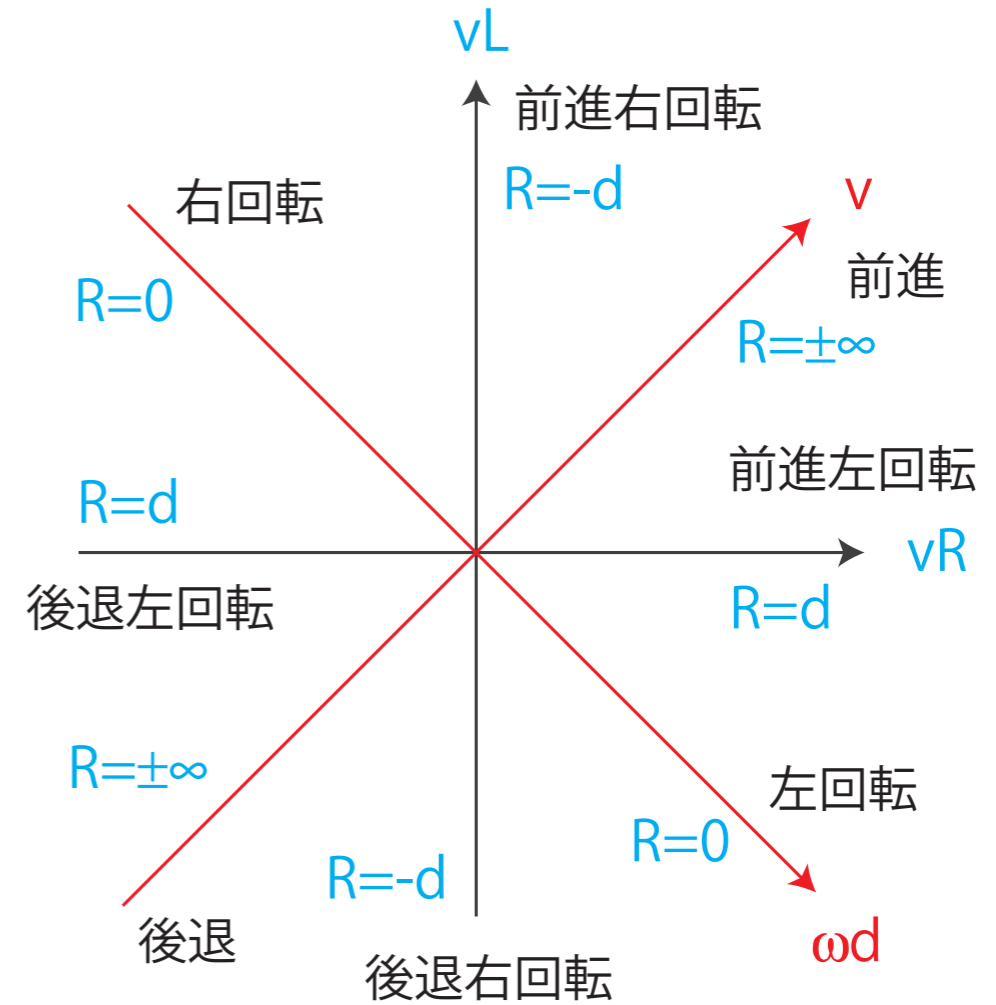
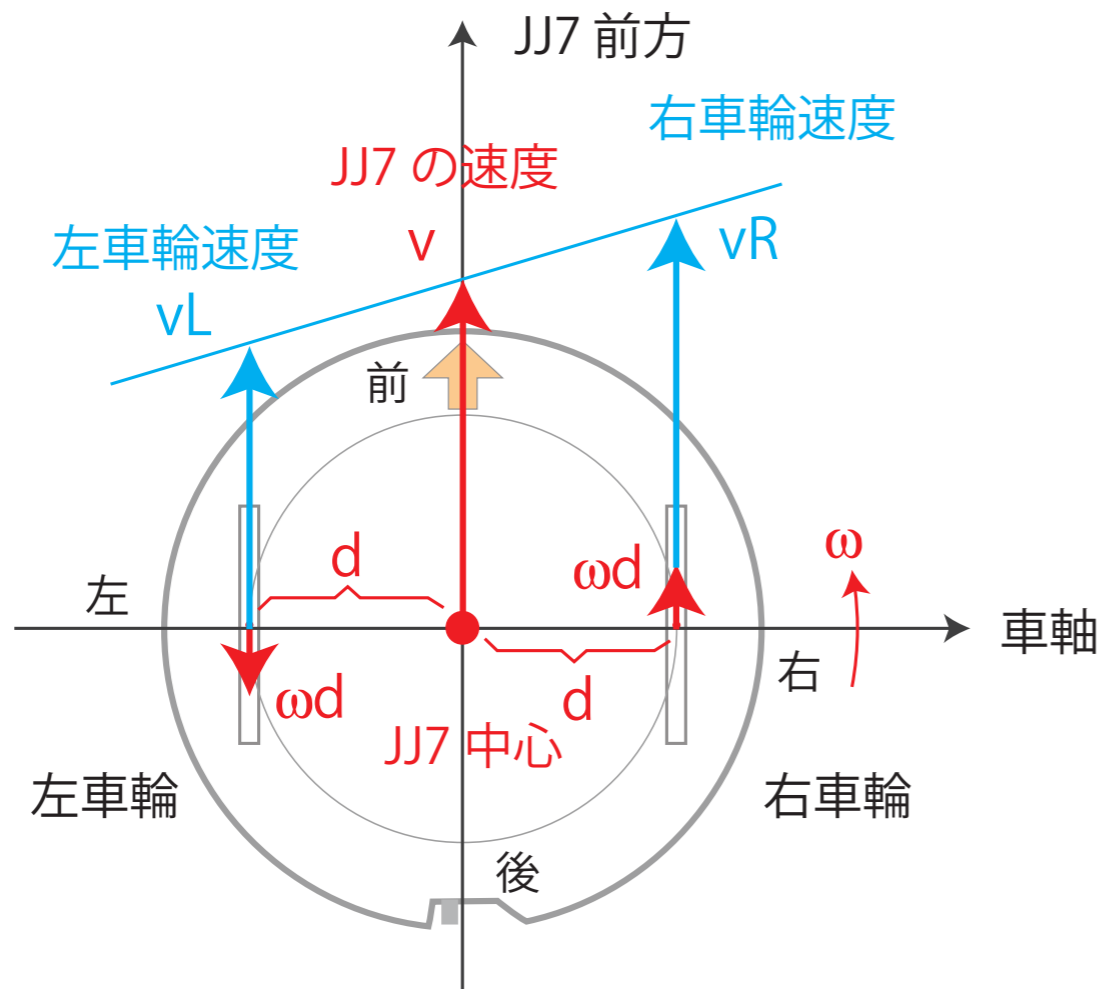
$$v_L = v - \omega d$$



$$\omega d = \frac{1}{2}(v_R - v_L)$$

$$v = \frac{1}{2}(v_R + v_L)$$

速度平面(vR, vL)と速度平面(wd, v)



$$\omega d = \frac{1}{2}(v_R - v_L)$$

$$v = \frac{1}{2}(v_R + v_L)$$

$$v_R = v + \omega d$$

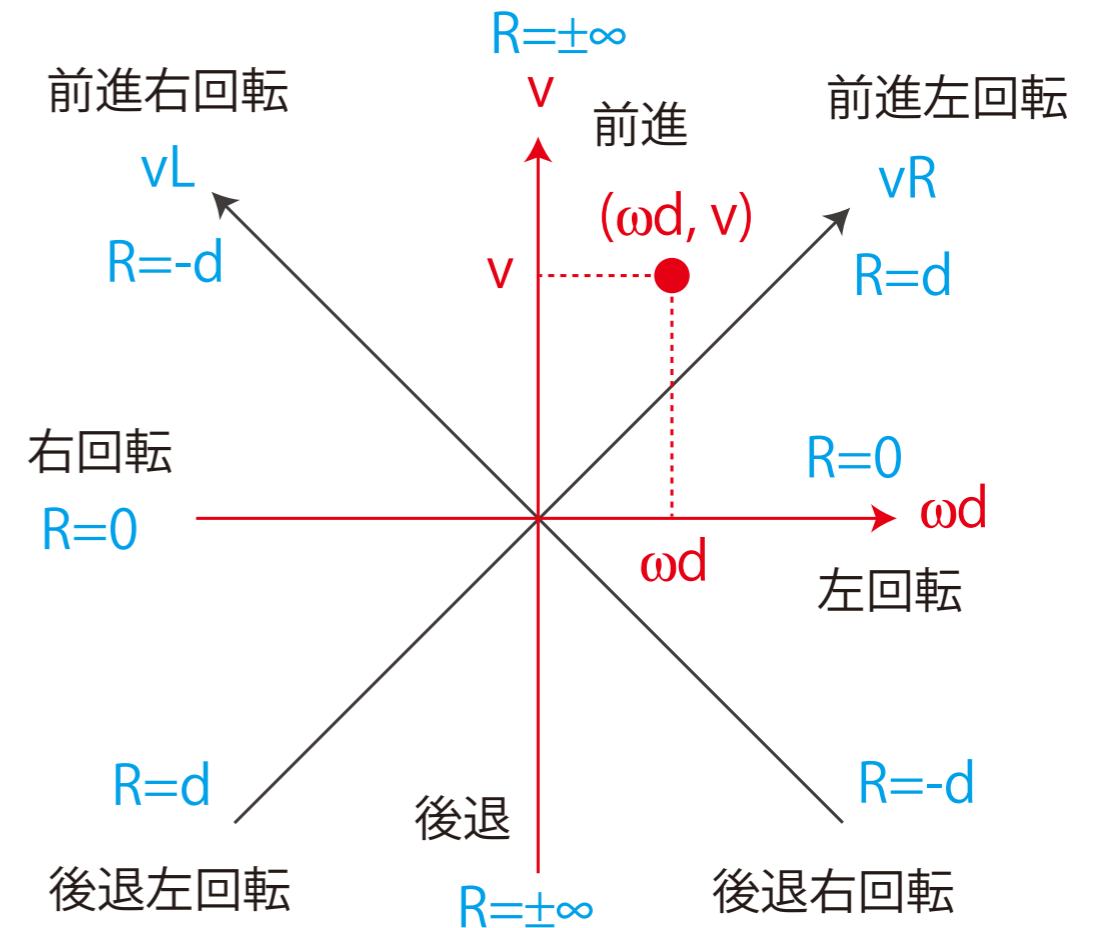
$$v_L = v - \omega d$$

void velocityJJ7(float wd, float v)

```

void velocityJJ7(float wd, float v){
    float vR, vL;
    vR=v+wd; vL=v-wd;
    if(vR>0.0){
        if(vL>0.0){ //vR > 0, vL > 0
            motor(vL, vR, HIGH, HIGH);
        }else{ //vR > 0, vL < 0
            motor(-vL, vR, LOW, HIGH);
        }
    }else{
        if(vL>0.0){ //vR < 0, vL > 0
            motor(vL, -vR, HIGH, LOW);
        }else{ //vR < 0, vL < 0
            motor(-vL, -vR, LOW, LOW);
        }
    }
}

```



$$v_R = v + \omega d$$

$$v_L = v - \omega d$$

motor関数とvelocityJJ7関数との関係

```

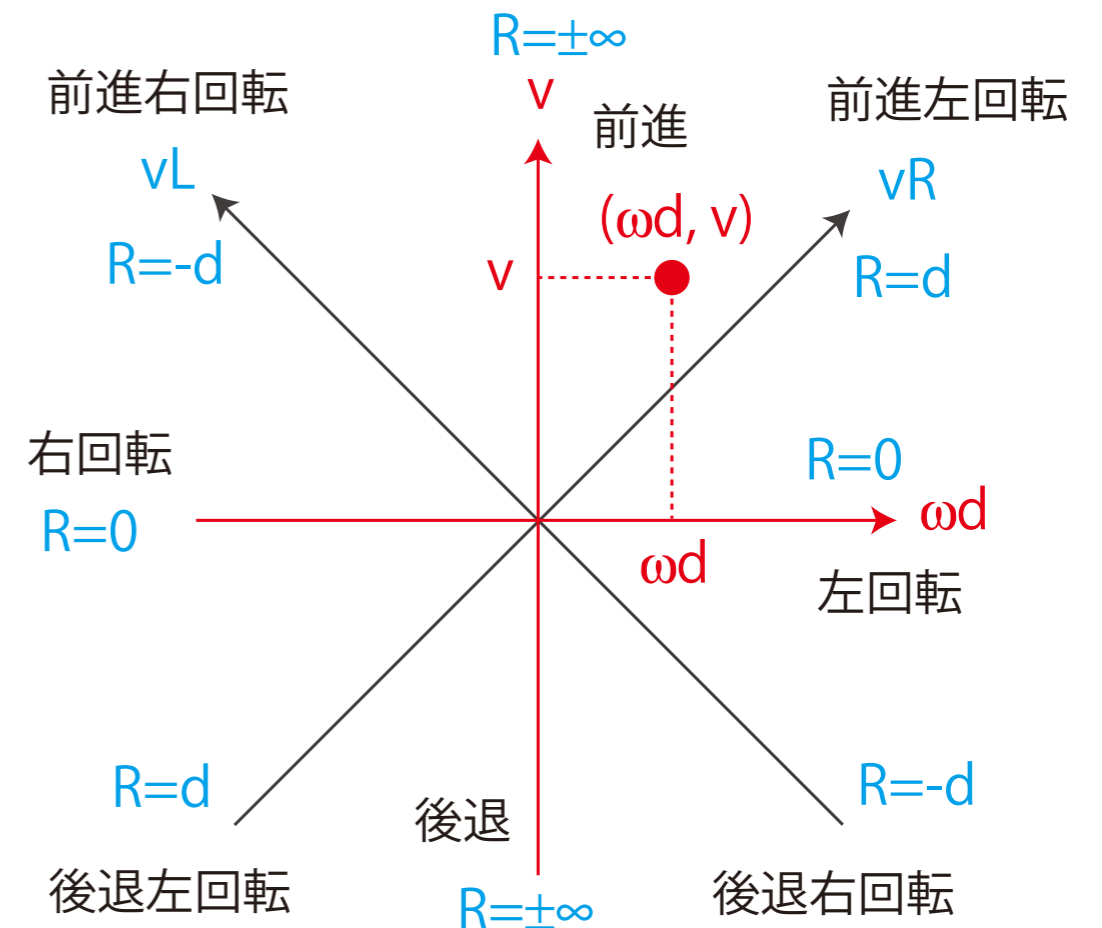
motor(300, 300, 1, 1); //前進
velocityJJ7(0.0, 300.0);

motor(300, 300, 0, 1); //左回転
velocityJJ7(300.0, 0.0);

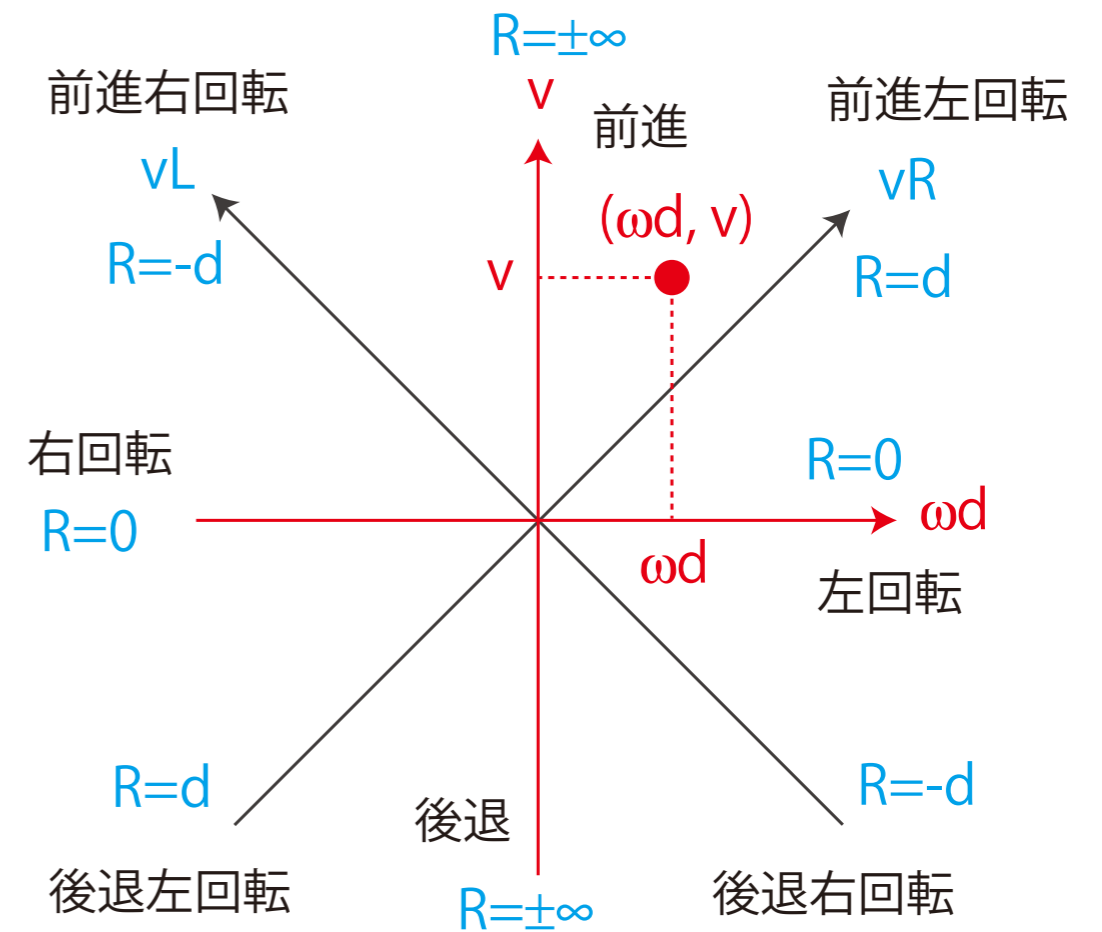
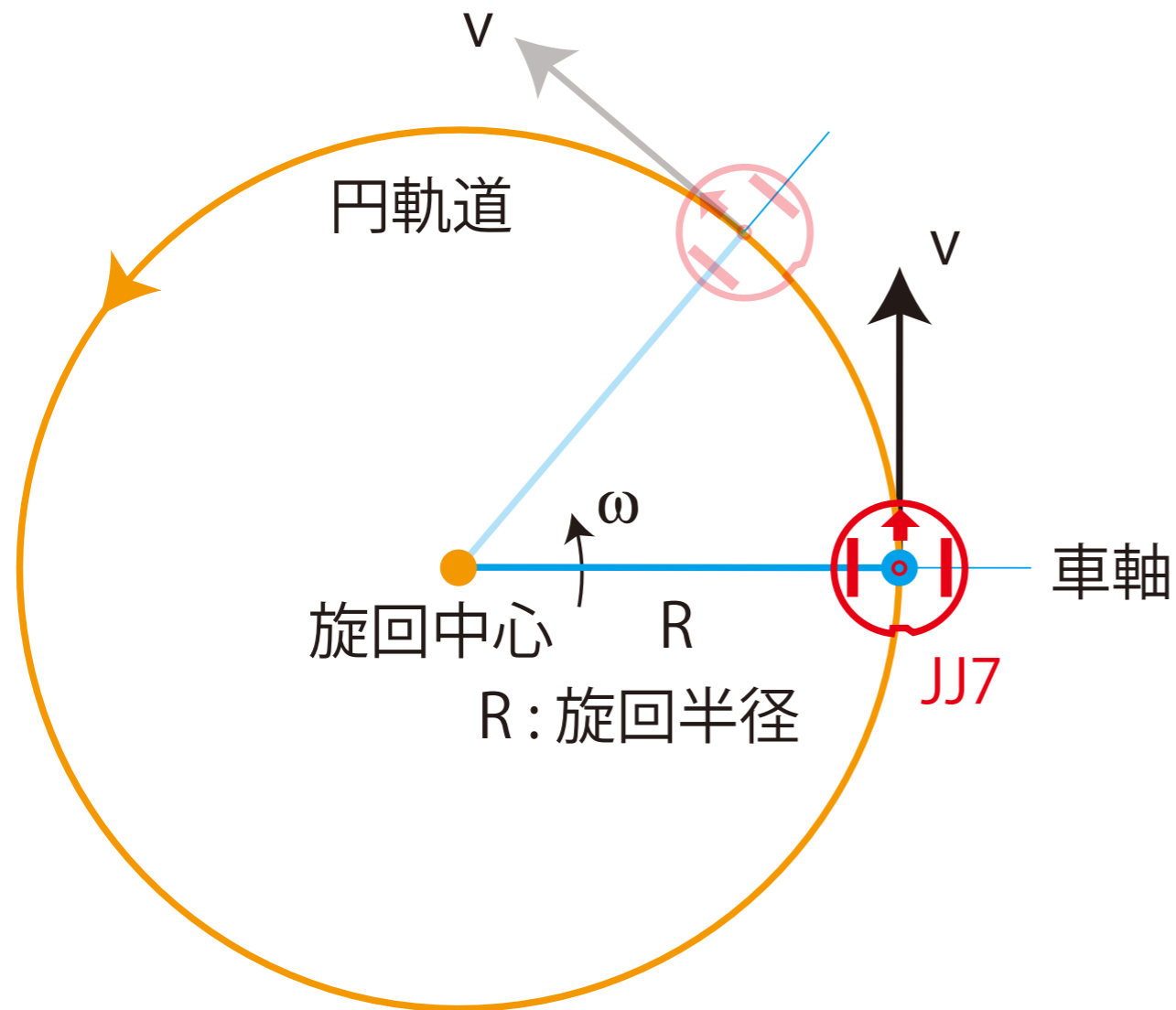
motor(300, 300, 1, 0); //右回転
velocityJJ7(-300.0, 0.0);

motor(300, 300, 0, 0); //後退
velocityJJ7(0.0, -300.0);

```

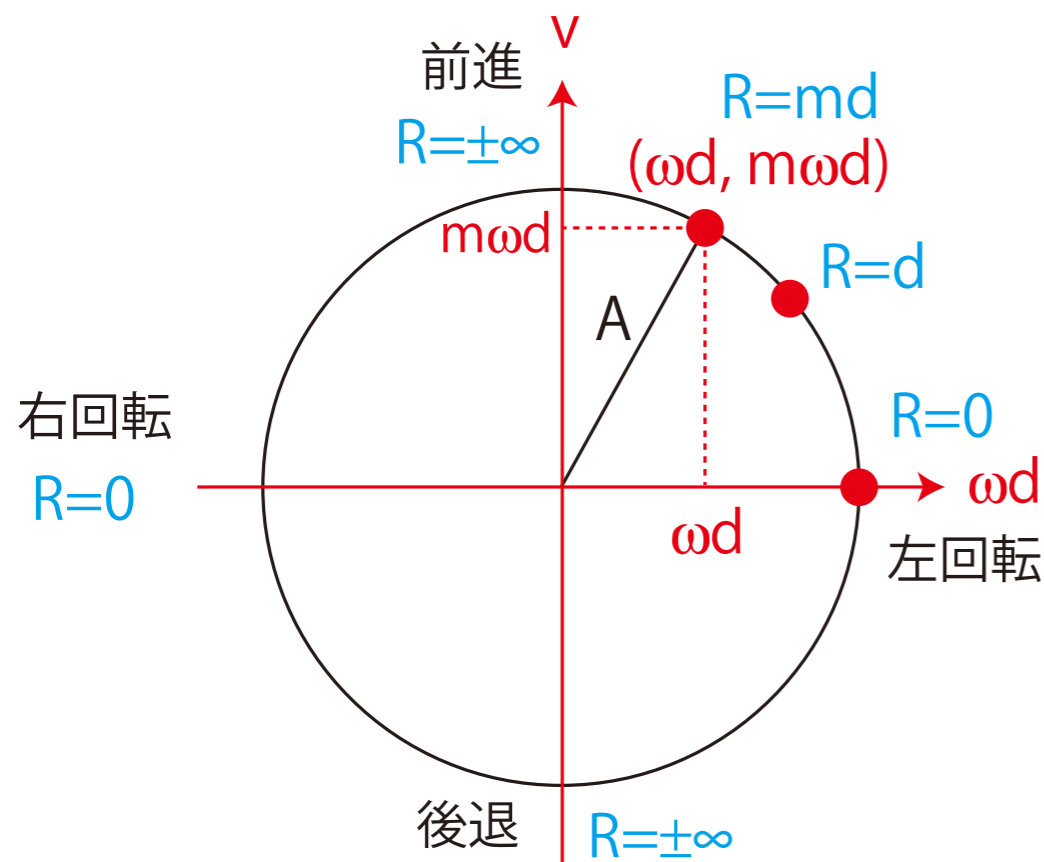


JJ7 ロボットの運動例：円運動



円運動の例 1 : Ex401

旋回半径 $R = md$ の円軌道を描く ($m=0, 1, 2, 3, 4, 5$)



$R=md=v/w$ より $v=mwd$ したがって
 $(wd, v) = (wd, mwd)$ の点は旋回半径
 が md となる

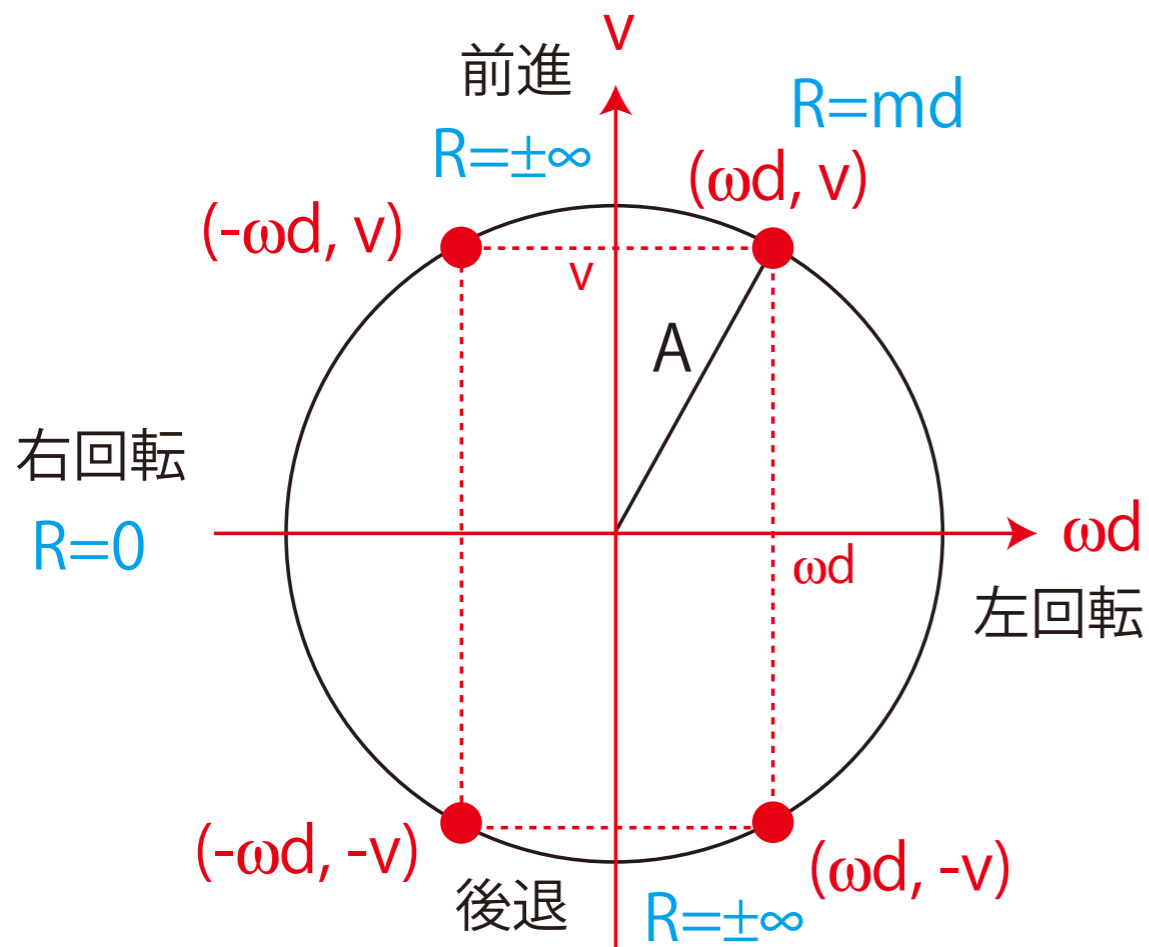
速度の大きさを A (一定) と固定し
 半径 A の円上を動かすことにすると
 $wd=A/\sqrt{1+m*m}$, $v=mwd$ と
 すればよい

$m = 5, 4, 3, 2, 1, 0$ と変えて
 円運動の様子を観察する.

JJ7 は旋回中心の周りを角速度 w で回転するが...

円運動の例 2 : Ex402

$m=3$ 程度に固定し，速度の符号を変えて円軌道を描く



```
void loop() {
  wd=A;
  v=m*A;
  velocityJJ7(wd, v);
  delay(100);
}
```

`velocityJJ7(wd, v);`を
 $(-wd, v)$, $(-wd, -v)$, $(wd, -v)$ と
 変えて軌道を観察する.

JJ7 は旋回中心の周りを角速度 w で回転するがJJ7 自身も?????する
 このことは何を意味するか ($m=3$ と $m=0$ の関係を考えてみよう)

Ex403, Ex404を実行する：スケッチの基本構造

```

void loop() {
  while (digitalRead(SW_PIN) == HIGH);
  delay(1000);
  motion01();
}

```

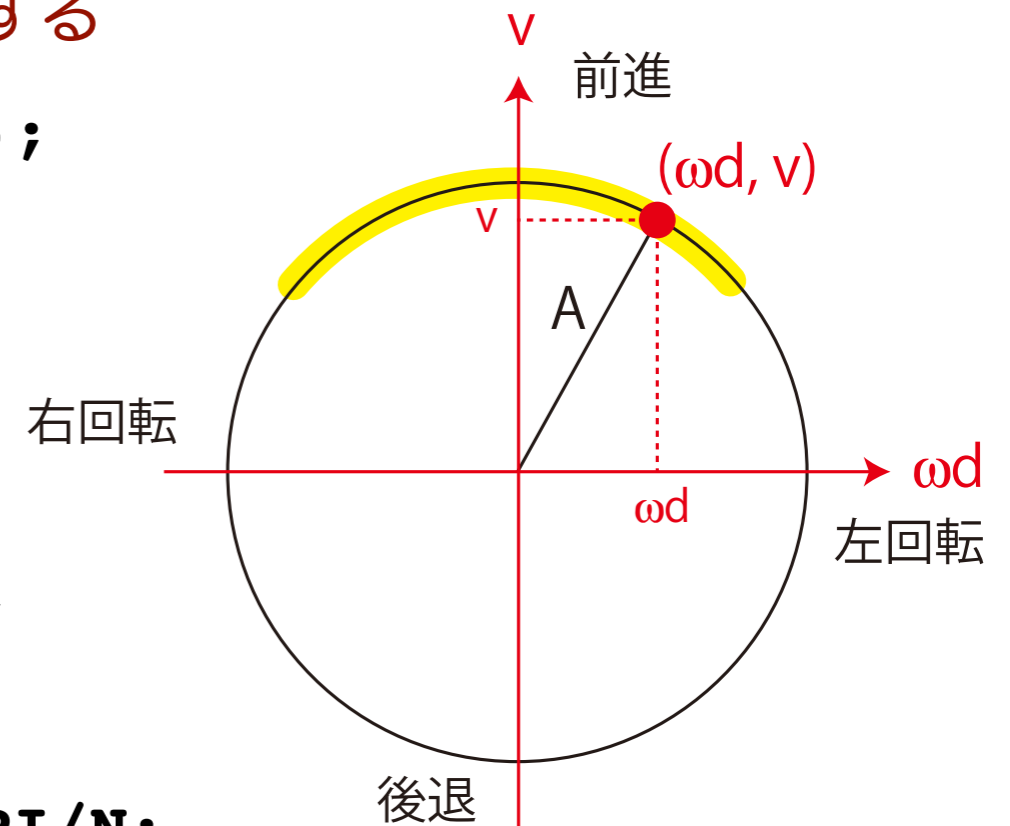
SWを押す毎に1回実行する

```

void motion01(){
  float t, tmax, h, wd, v, A=300.0;
  int tau=100, N=100;

  t=-M_PI/4.0; tmax=M_PI/4.0; h=M_PI/N;
  while (t<tmax){
    v=A*cos(t); wd=A*sin(t);
    velocityJJ7(wd, v);
    delay(tau);
    t+=h;
  }
}

```



tを0.0からtmaxまで小刻みに
wd, vを与え, JJ7を動かす

Ex405 : 組み合わせで連続して動かせる

```
void testMotion(){
    float t, tmax, h, wd, v, A=300.0, nu=1.0;
    int tau=50, N=100;
        tauの値を変える(20-200)と軌道は敏感に変化する

    t=-M_PI/2.0; tmax=M_PI*3.0/2.0; h=M_PI/N;
    while (t<tmax){
//    while (1){
        v=A*cos(nu*t); wd=A*0.6*sin(nu*t);
        velocityJJ7(wd, v);
        delay(tau);
        t+=h;
    }
    v=0.0; wd=0.0; velocityJJ7(wd, v); // stop
    delay(1000);
}
```

今日のまとめ

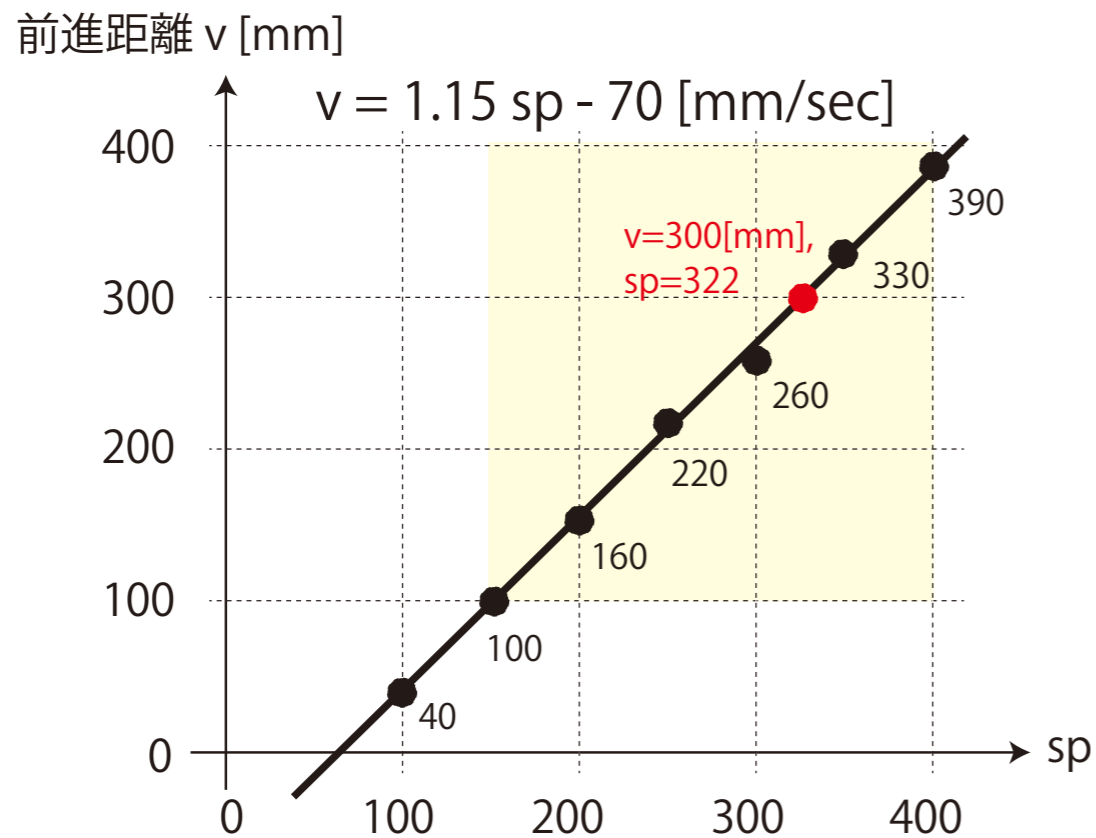
- 速度(w, d, v)を与えてJJ7を動かす : $\text{velocityJJ7}(w, d, v)$
これは, JJ7の中心に座してみた運動となる
- 基本的な動き : 前進・後退, 左回転・右回転
- 変化する $v(t), w(t), d$ を組み合わせさせてJJ7を動かす

目 標

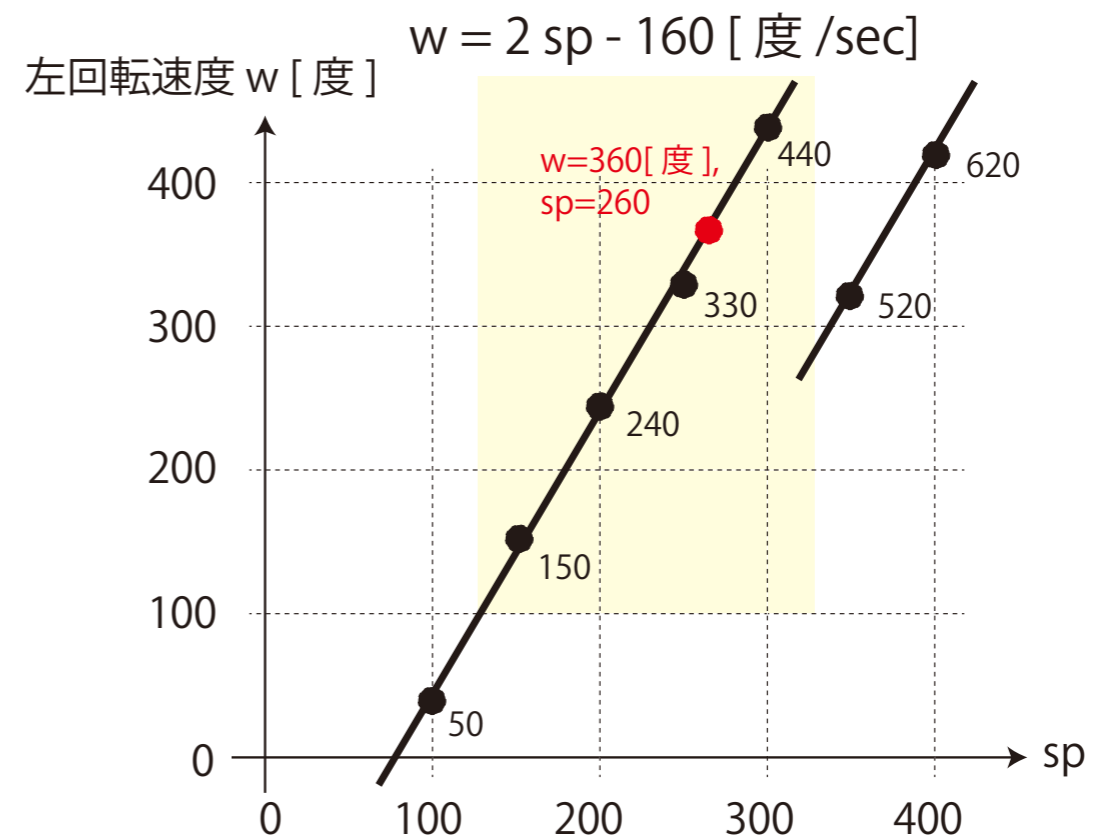
JJ7の動きの概要をつかむ

前進運動と回転運動の実測例の関係は？

1秒間の直進の実測例



1秒間の左回転実測例



$v = wd$, $w = 2\pi * W / 360$, w [rad/s], W [deg/s] を使って
 $v = 1.15sp - 70 = wd = 2\pi * d * W / 360 = 2\pi * 36 * W / 360$ より
 $\pi * W / 5 = 1.15sp - 70$ を得る: $W = 5 * 1.15 * sp / \pi - 5 * 70 / \pi$
 $W = 1.83 * sp - 111$ となる. $W = 2 * \pi - 160$ とはかなり異なる!