

# 制御動作 (P動作 I動作 D動作)

動作方程式とその応答  
積分時間は理解できるが、  
微分時間って判りづらい？

計装技術職業能力開発センター

1

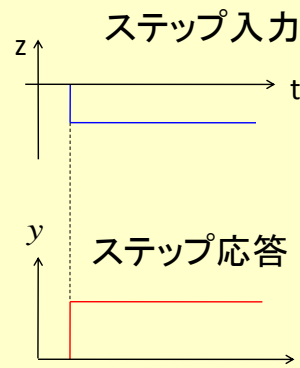
## 比例(P)動作

動作方程式

$$y = -K_p z$$

伝達関数

$$K_p$$



2

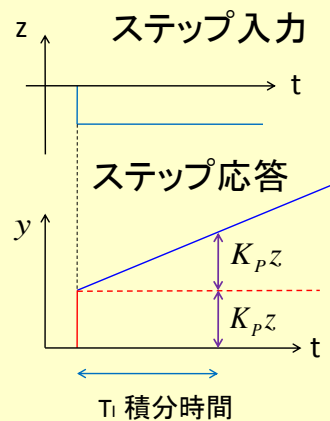
## 比例積分(PI)動作

動作方程式

$$y = -K_p \left( z + \frac{1}{T_I} \int z dt \right)$$

伝達関数

$$K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} \right)$$



積分時間を短くすれば出力が大きくなる

3

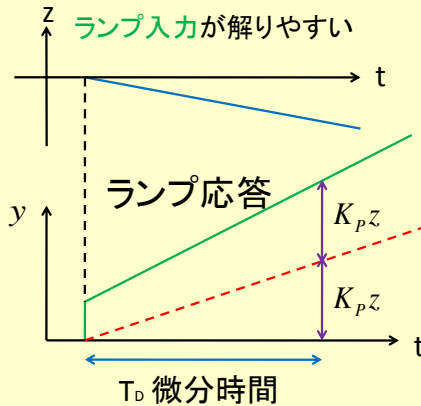
## 比例微分(PD)動作

動作方程式

$$y = -K_p \left( z + T_D \frac{dz}{dt} \right)$$

伝達関数

$$K_p (1 + T_D s)$$



微分時間を長くすれば出力が大きくなる

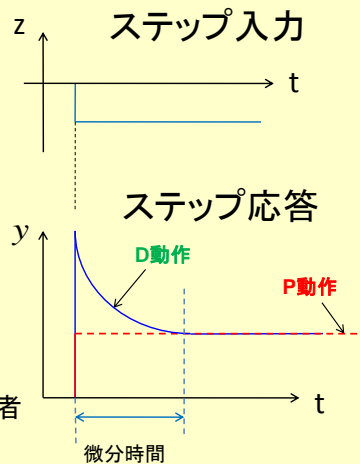
4

## 微分時間の定義

ステップ入力を加えると、P動作はステップ状に変化し、D動作は瞬間に最大出力となり、偏差が一定になると、直ちに出力は減衰し始める

微分時間が長くなるほど、強く働くことになる。

微分時間を長くとり過ぎると、ON-OFF動作となる、という学者もいる



5

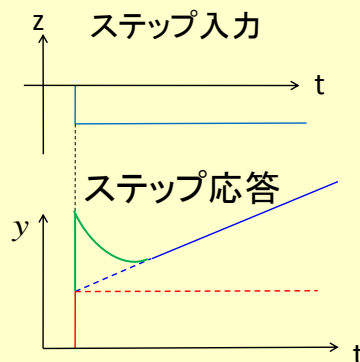
## 比例積分微分(PID)動作

動作方程式

$$y = -K_p \left( z + \frac{1}{T_I} \int z dt + T_D \frac{dz}{dt} \right)$$

伝達関数

$$K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$



6

## 身近にあるPID動作の例

何気なく過ごしているかもしれないが、PID動作を発生させる調節計と同じような行動を私たちはしている。

その行動は、**時間に関係するもの**（時間の関数）である。

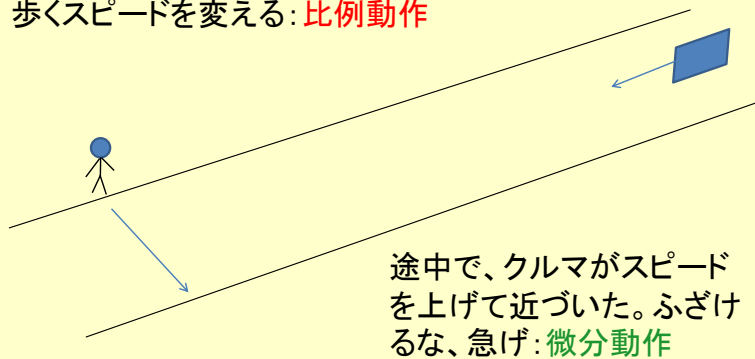
**マラソン選手**が腕時計を見ながら走っているのは、走った距離と時間をフィードバックしながら、その出力を決めている。

こじつけかも知れないが、例を示そう。

## あなたの頭は調節計と同じ

**道路を横断**するとき

こちらに向かってくるクルマの速度などを推し測りながら、歩くスピードを変える：**比例動作**

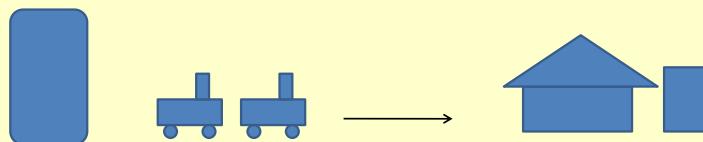


あなたは**消防署の署長さん**、消防自動車の出動を命令する。

ボヤ、1軒家の火事、商店の火事では、出動台数が異なる。**(比例動作)**

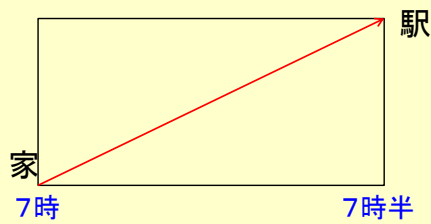
いつもならもう消火が終わるはずなのに、まだ終わらない。応援を出す**(積分動作)**

類焼で隣の燃料倉庫に燃え移りそう。化学消火の車も出そう。**(微分動作)**

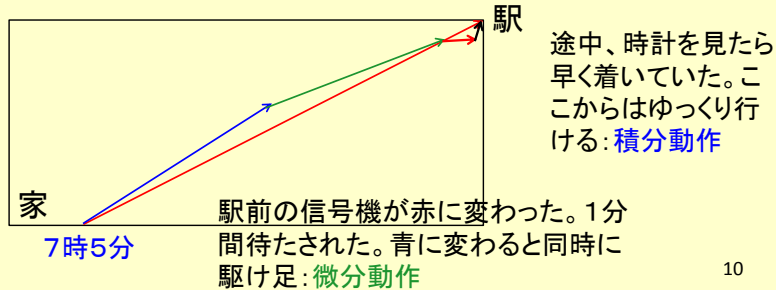


## 遅刻しそう、走らないと

家から駅まで歩く  
いつもこのように歩いている



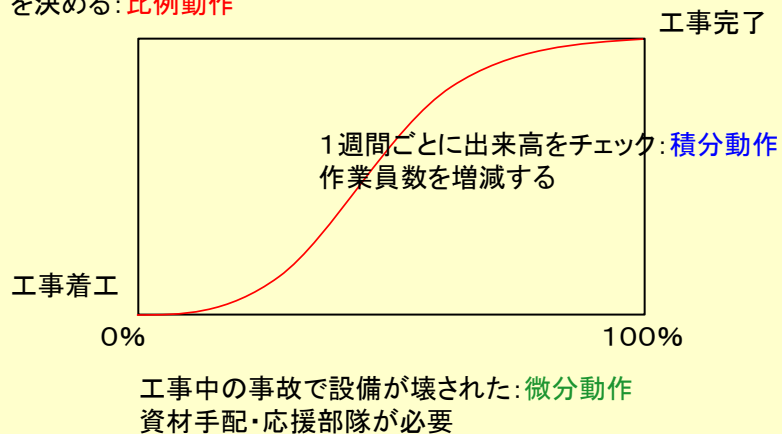
寝坊してしまった。いつもより  
速度を上げる: **比例動作**



10

## 計装工事のプログレス

工事の種類・数量により作業員数  
を決める: **比例動作**



11

## お買物とPID

スーパーマーケットでの買い物は財布と相談  
サラリー前で、きびしい。  
コロッケのみで我慢(**比例動作**)

衣料品コーナーを物色しているうち、素敵なイヤリ  
ングを見つけた。これ、前から欲しかったの。  
買っちゃいましょ(**積分動作**)

スーパーから出たら、屋外のコーナーでジャンボ宝  
くじを売っていた。億万長者誕生、本日締切だって。  
当たると大きいので買いましょ(**微分動作**)

## 服の着脱

気温の変化により、服を着たり脱いだりする。  
(比例動作)

寒気団が南下してきたのでセーターを1枚着た  
(比例動作)。でもまだ寒いので2枚にした。  
(積分動作)

デパートに入った。少し暑いがそのままだった。だ  
んだん我慢できずに1枚脱いだ(積分動作)。

雨が降るかもしれないとの気象情報。薄手のレイ  
ンコートを持って行く(微分動作)。

海外旅行の準備をする時も同じ出力を出している。

## 会社で昼の弁当を食べる

制御量: 食べ物を胃に入れる速さ

操作量: 噛む速さ

硬いものはよく噛んで食べる。お茶漬けならあまり  
噛まない(比例動作)。

年寄りになると歯と歯の隙間が大きくなり、食べ物  
が引っかかる。そのままでは差し障るので時折、箸  
や楊枝でほじくり出す(積分動作)。

電話が掛かってきた。これからお客がこちらに来る  
という。アポなしでかよ。急いで弁当をかけこんだ  
(微分動作)。

## サッカーのゲーム

守備では相手選手のスピードに合わせて  
走る(比例動作)

残り時間が少ない。1点負けている。今まで  
より早く動き出す(積分動作)

味方がペナルティエリアで反則した。急い  
でゴールまで走った(微分動作)

## NHK 素人のど自慢大会

上手い人には鐘3つ、そうでない人には鐘2つ(比例動作)

90歳のお年寄りが特別賞(微分動作)

最後は、今週のチャンピオンを決める。鐘3つの人でも差があるため(積分動作)

16

## 夏休みの宿題

楽しい夏休みの宿題がなければもっと楽しいのに。思い出したくない嫌な思い出かも。

今日は涼しかったので、思ったよりはかどり、翌日分の半分も余分にした。明日は半分すればいい(比例動作)

家族そろって2泊3日の旅行。帰ってから溜まっていたので一気に片付けた(積分動作)

休みも残り少なくなり、最後の追い込みにお父さんに手伝ってもらおう予定。でも出張に行ってしまった。どうしよう。明日、学校で、「友達のノートを写させてもらおう」(微分動作)

# 終

皆さんも、身近のPID動作を考えてみてください

計装技術職業能力開発センター