

新図書館ミニレクチャプログラム

知能ロボットの頭の中をのぞいてみよう

和家尚希

東京大学情報理工学研究科
知能機械情報学専攻

専門：ロボティクス・脳科学

脳が行っている複雑な働きを理解したい

知能を持つ機械を作りたい



このミニレクチャプログラムについて

■受講に必要な前提知識

☺ 事前知識は全く必要ありません

■レクチャの進め方について

☺ 分からないことはその都度聞いてください

途中で隣の方と話し合ってください

達成目標

- ロボットの構成要素を説明できる

達成目標

- ロボットの構成要素を説明できる
- 知能ロボットのふたつの構成法について説明できる

達成目標

- ロボットの構成要素を説明できる
- 知能ロボットのふたつの構成法について説明できる
- 小テストにパスする

進め方

- 1： 知能ロボットの定義を考える
- 2： 知能ロボットの構成法を学ぶ
- 3： 実際に知能ロボットを構成してみる

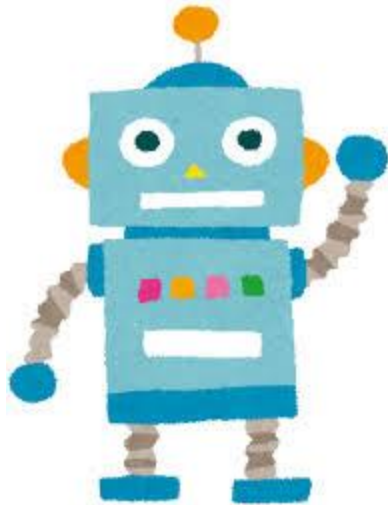
1 知能ロボットの定義

知能ロボットの頭の中をのぞいてみよう！

知能ロボットの頭の中をのぞいてみよう！

Q 1 「ロボット」って何でしょう

■ここに書き出してみましよう（1分）



例えば・・・

産業用ロボット



アンドロイド



玩具ロボット

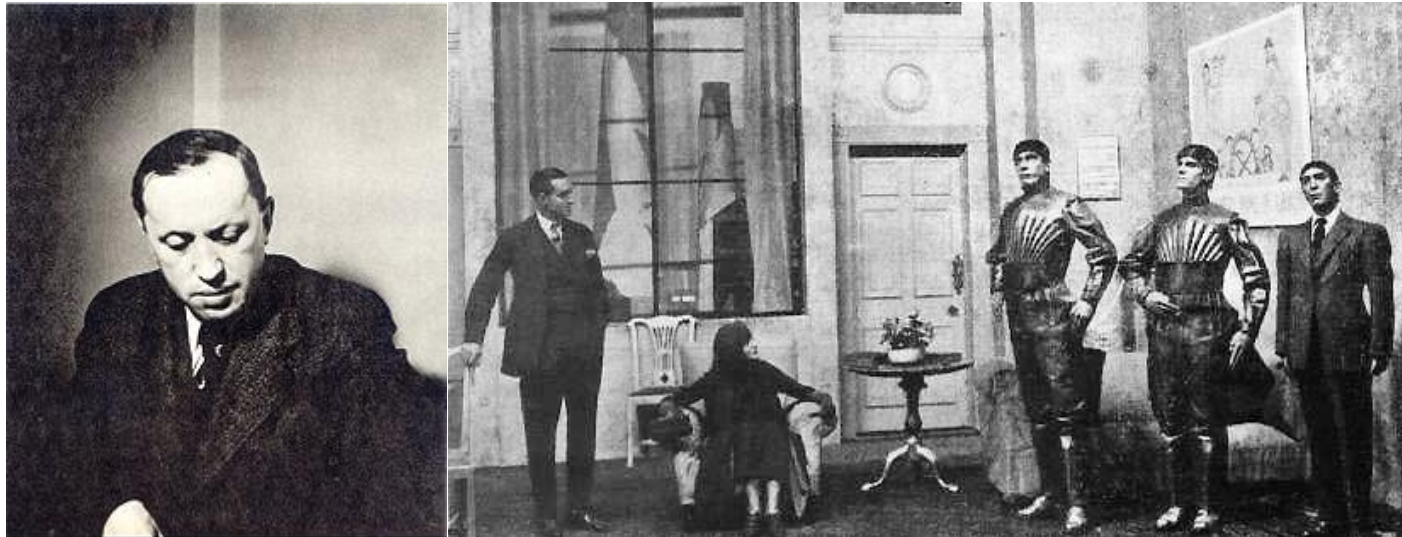


家事ロボット



ロボットとは

- 作家カレル・チャペックの戯曲に登場
 - Rossum's Universal Robots (R.U.R)
 - チェコ語のRobota（労働）からの造語



ロボットの定義

- 明確な定義は存在しない
- この講義では、
「人に代わって何かをする装置」
とします

かしこいお掃除ロボット「ろんば」



ろんばの中身

- 実は簡単な仕組みで動いていた
- 「壁にぶつかったらUターンする」ようにプログラムしてあると...

かしこいお掃除ロボット「ろんば」？



かしこいお掃除ロボット「ろんば」？



ろんばの取り扱い説明書

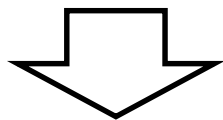
- 部屋には何も障害物を置かないで,
- 部屋の隅においてスタートボタンを押してください

このロボットは知能を持っている…？

知能ロボットとは

■定義として

「人に代わって目的を達成する装置」



「環境が様々に変化しても、

人に代わって目的を達成する装置」

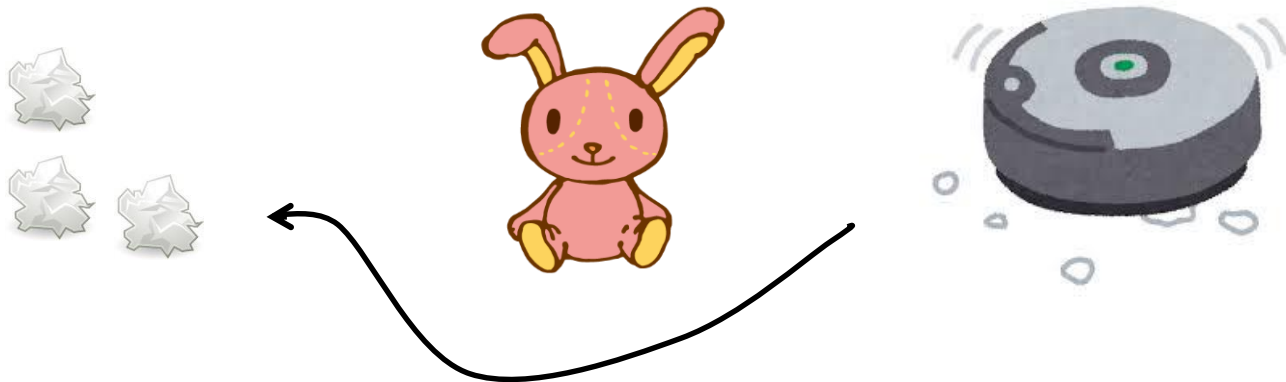
とします

2 知能ロボットの構成法

ロボットの構成要素

■例：お掃除ロボット

- 情報を集める：ゴミの場所など
- 考える：経路計画を立てる
- 動作する：ゴミを吸い取る



ロボットの構成要素

■ 3つの構成要素

- 情報を集める：センサー

- 考える：コンピューター（動作原理）

- 動作する：アクチュエーター

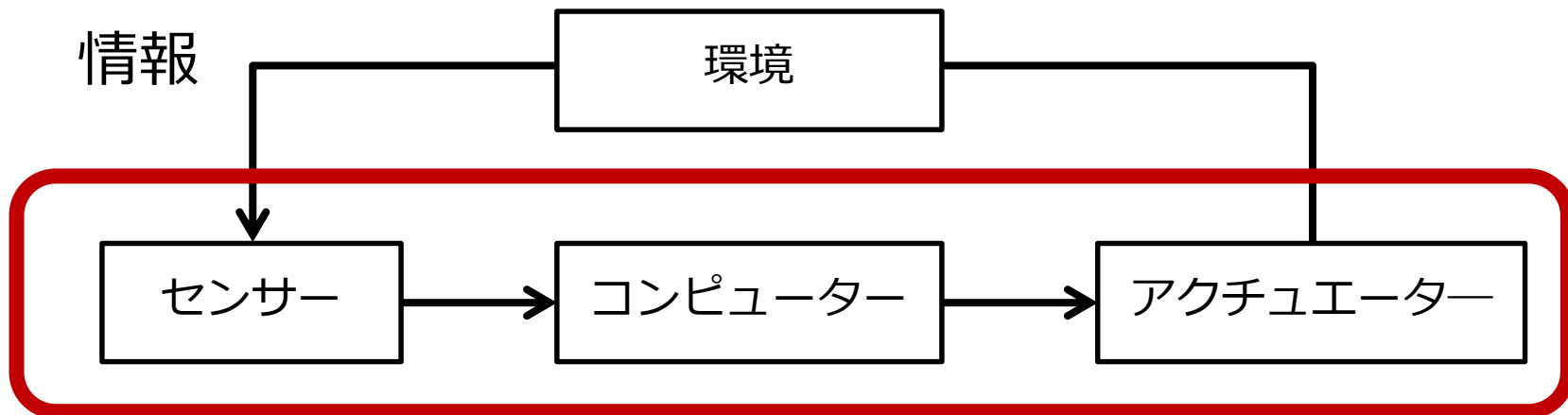
ロボットの構成要素

■ 3つの構成要素

■ 情報を集める：センサー

■ 考える：コンピューター（動作原理）

■ 動作する：アクチュエーター



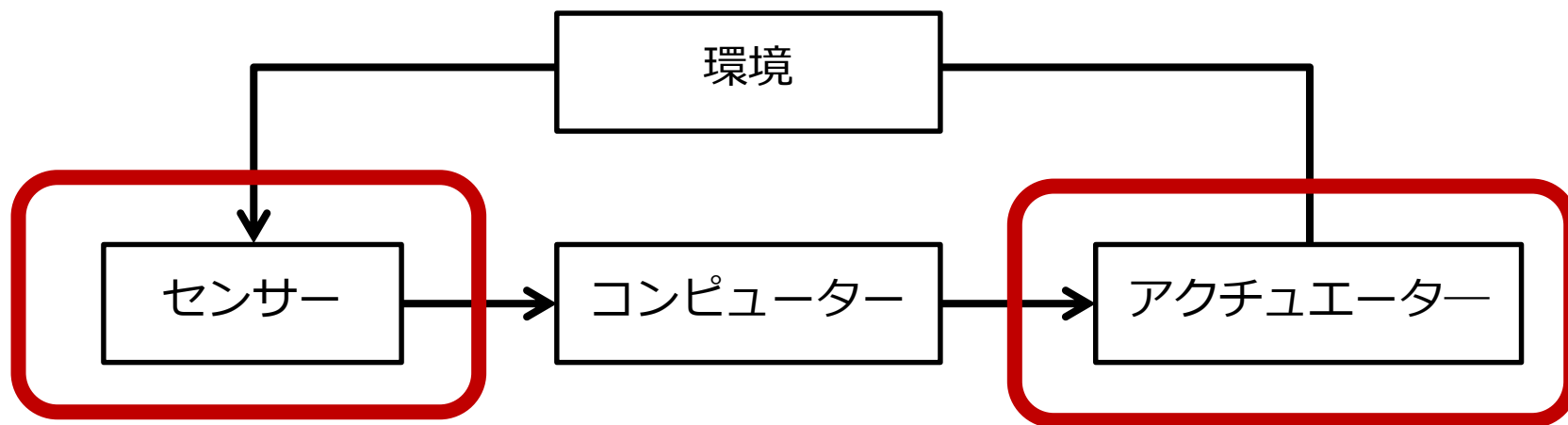
ロボットの構成要素

■ 3つの構成要素

■ 情報を集める：センサー

■ 考える：コンピューター（動作原理）

■ 動作する：アクチュエーター



センサー・アクチュエーターの例

■センサー：カメラ，加速度センサー

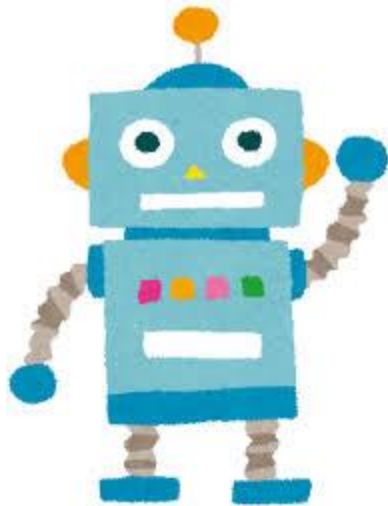


■アクチュエーター：モーター，ディスプレイ



配布プリントQ2

- 先ほど上げたロボットの、センサーとアクチュエーターはなんでしょう？（1分）

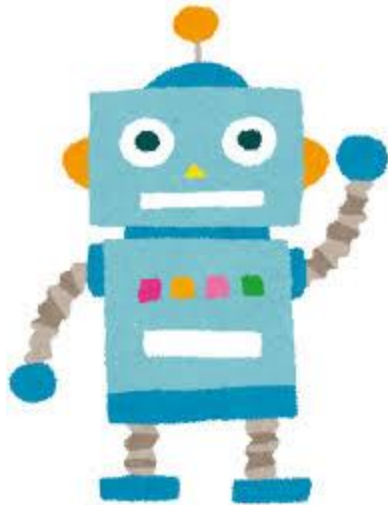


隣の人と話しあってみましょう

- ・ アクチュエーターとは何？
- ・ 具体的な例は何？

配布プリントQ2

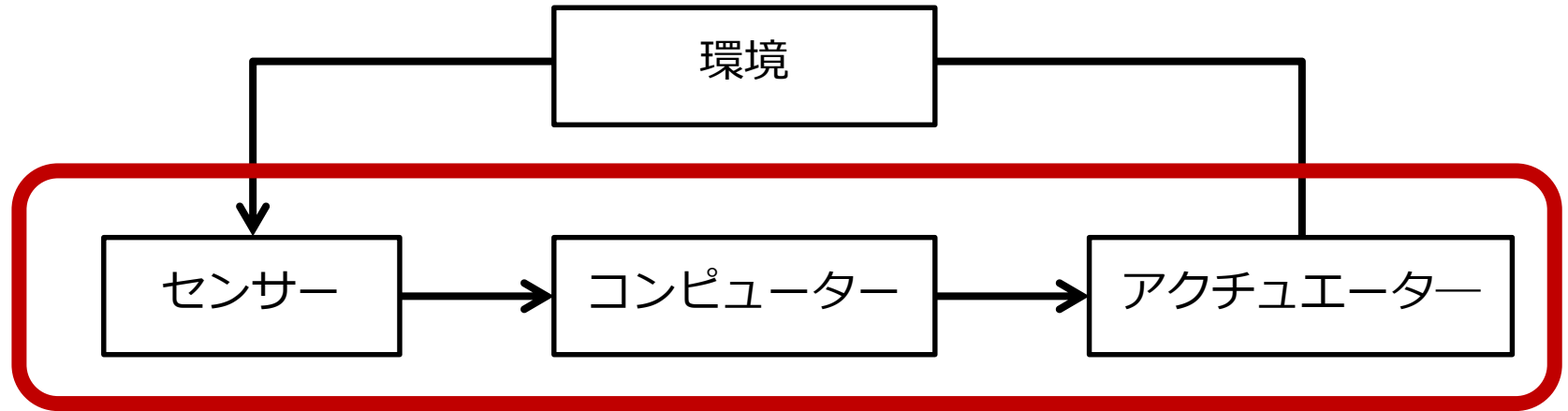
- 先ほど上げたロボットの, センサーとアクチュエーターはなんでしょう? (1分)



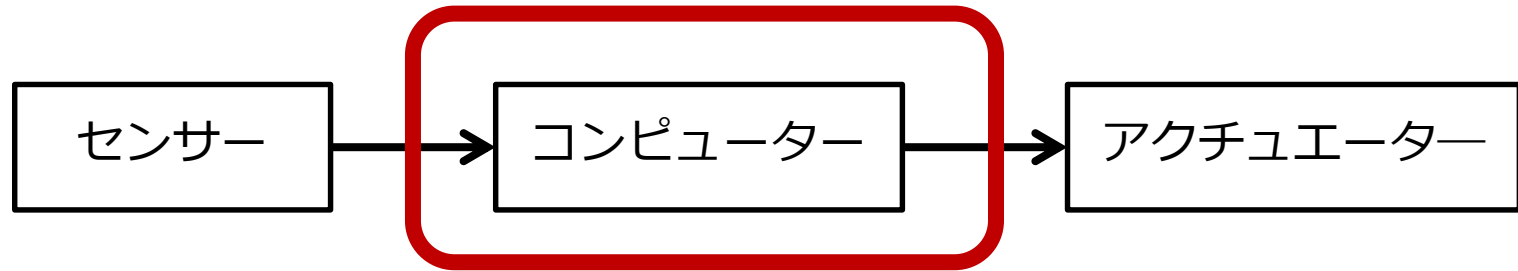
センサー

アクチュエーター

知能ロボットの構成要素



知能ロボットの構成要素

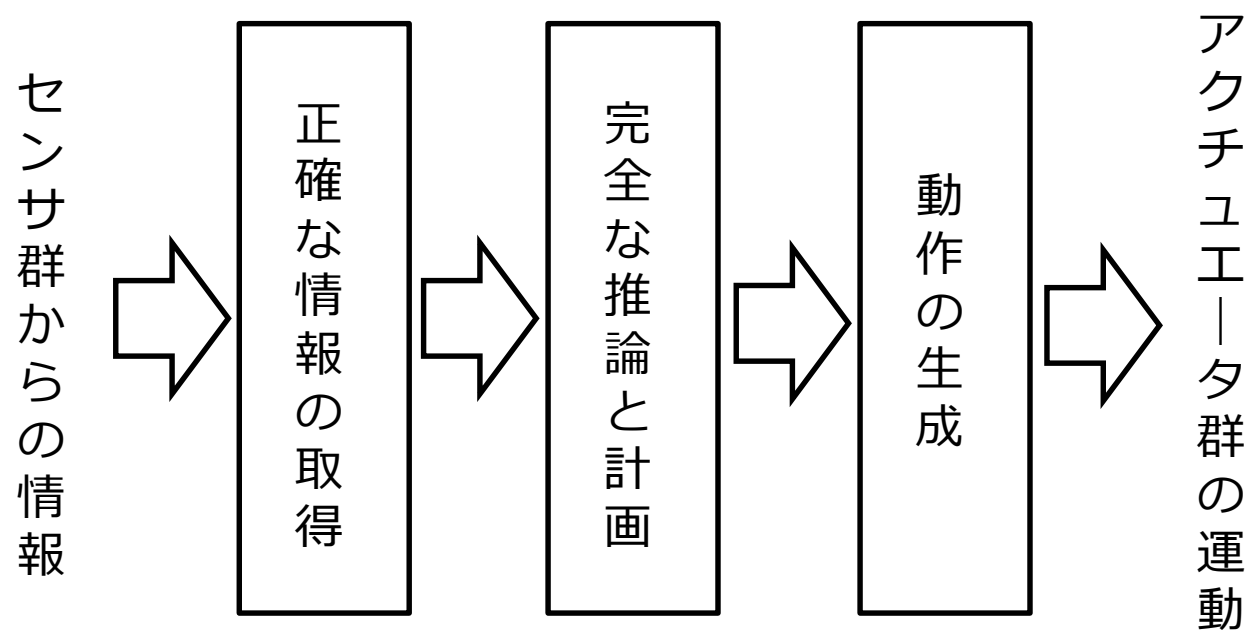


知能ロボット：「環境が様々に変化しても、人に代わって目的を達成する能力を持つ装置」

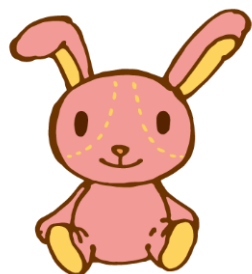
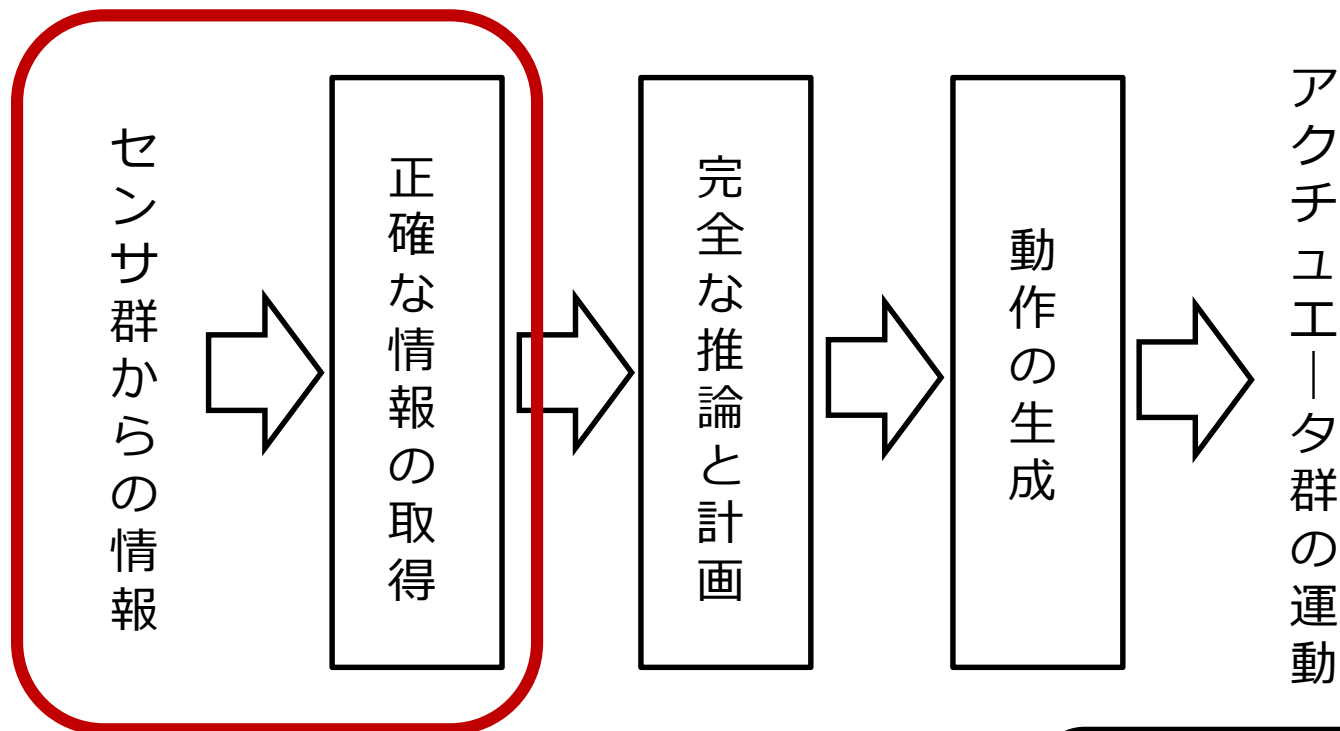
- 直列型のアーキテクチャ
- 並列型のアーキテクチャ

直列型のアーキテクチャ

■ 1990年頃までの研究者の頭の中

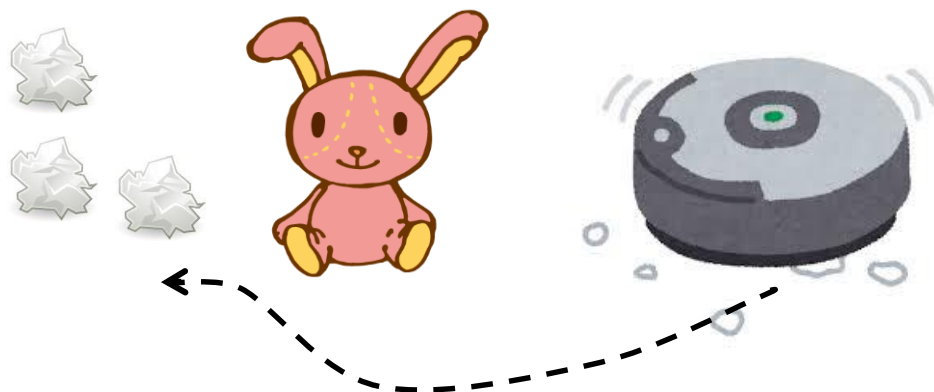
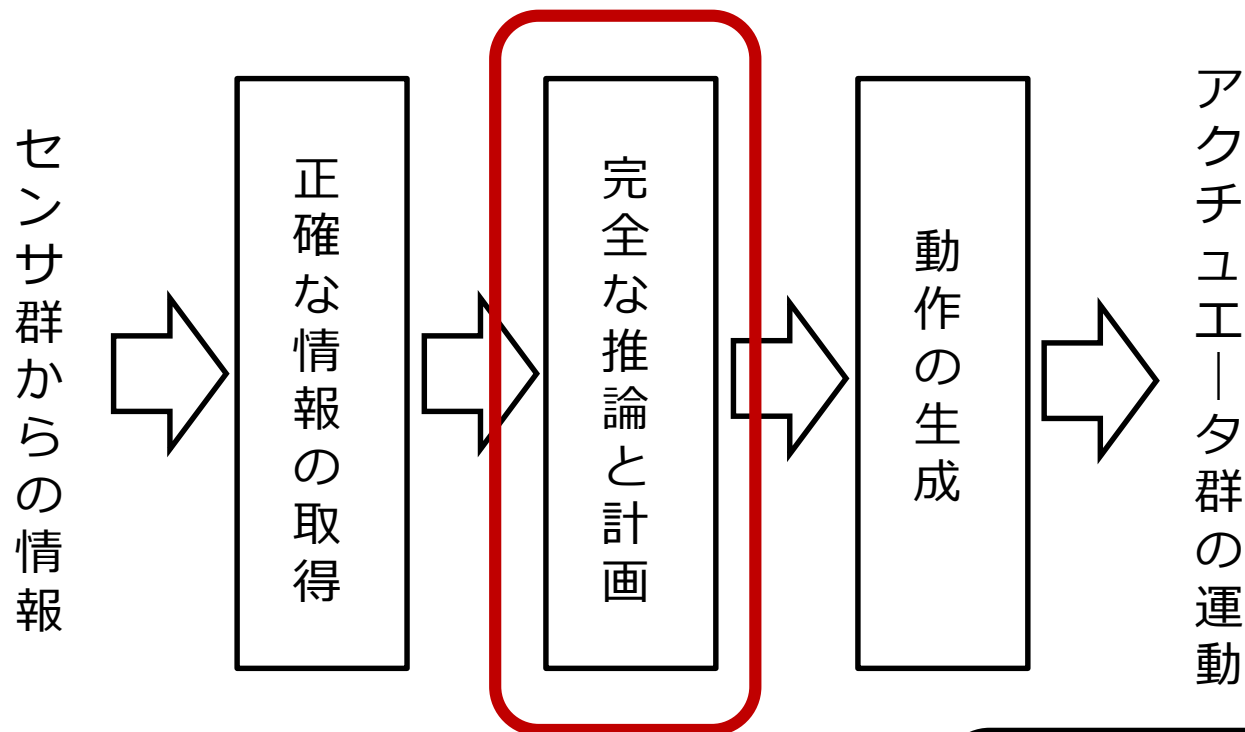


直列型の動作生成によるお掃除ロボット



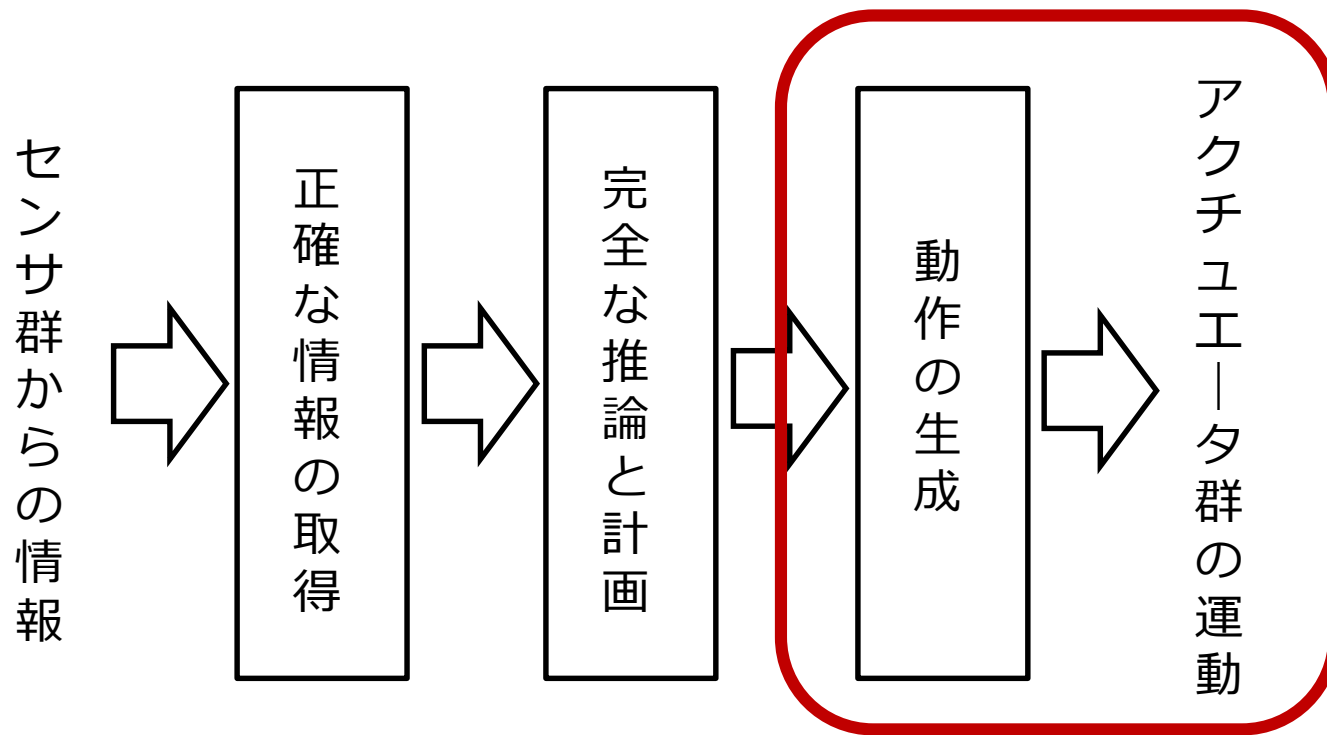
部屋の構造は…
ゴミの場所は…
障害物は…

直列型の動作生成によるお掃除ロボット



どういう風に掃除
していこう...

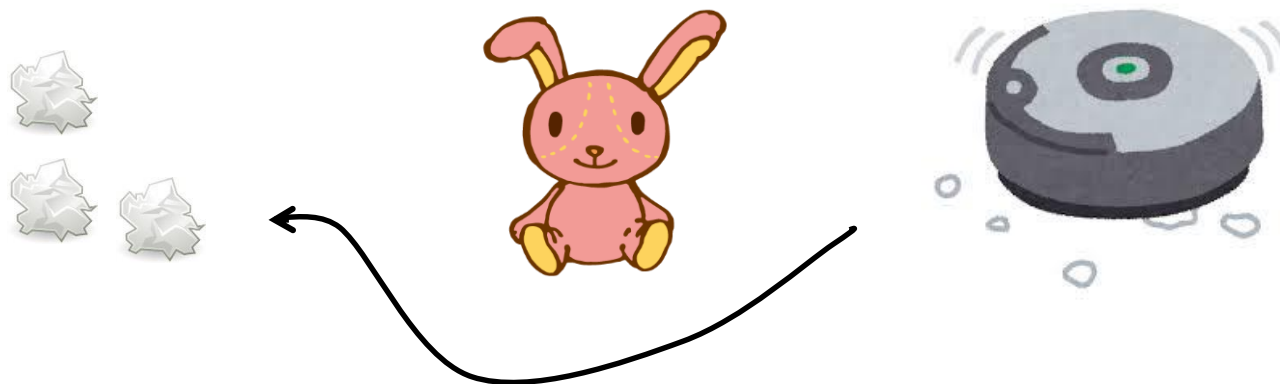
直列型の動作生成によるお掃除ロボット



まずは左に
曲がって…

例えば…

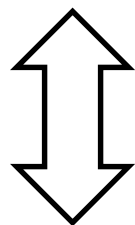
- ペットがいたらどうする？（環境がどんどん変化する）
- いつもより時間がかかって、電池が切れそうになったらどうする？



直列型のアーキテクチャの困難

環境に応じて適応するためには、

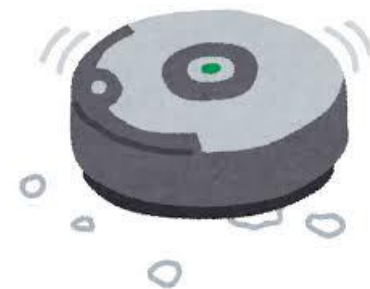
「環境の情報をすべて把握する」ことが必要

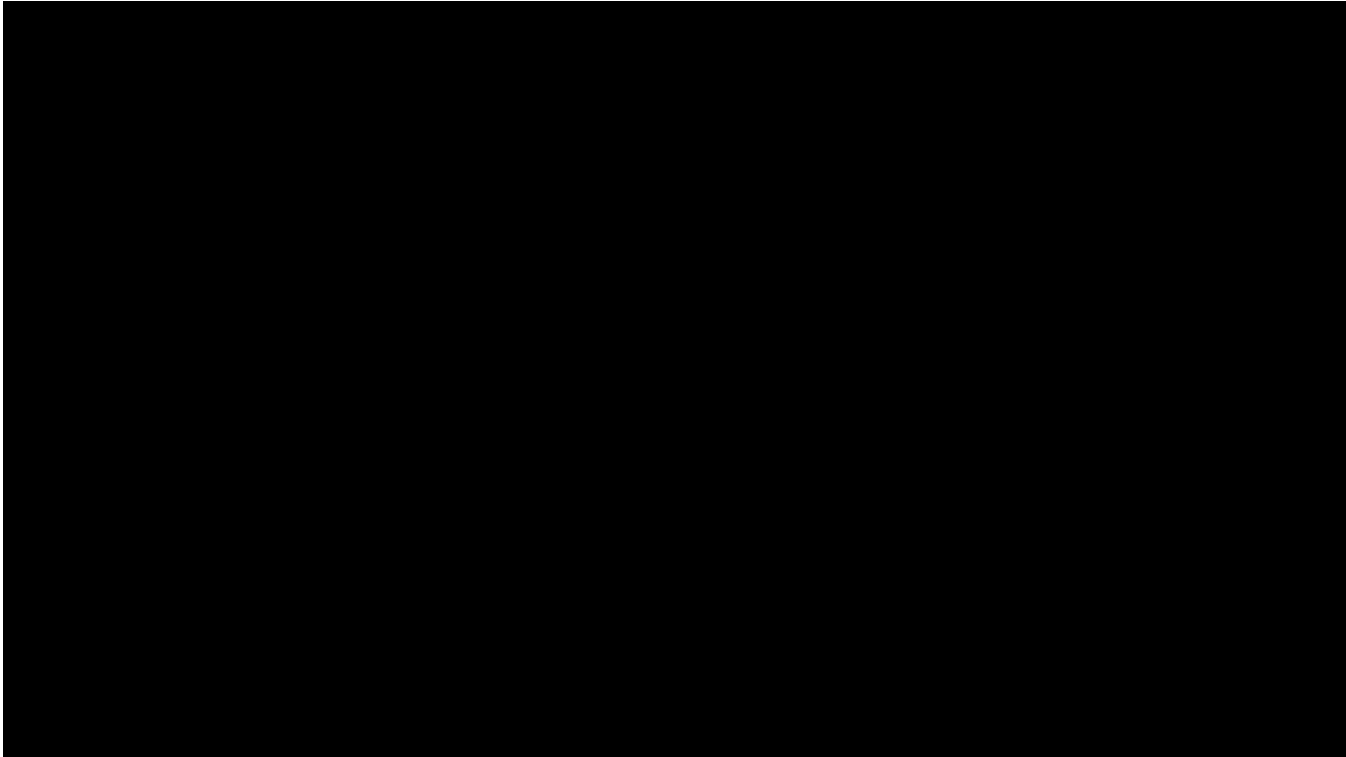


- 複雑な実環境をすべて把握することは難しい
- 把握したとしても、計算に時間がかかる

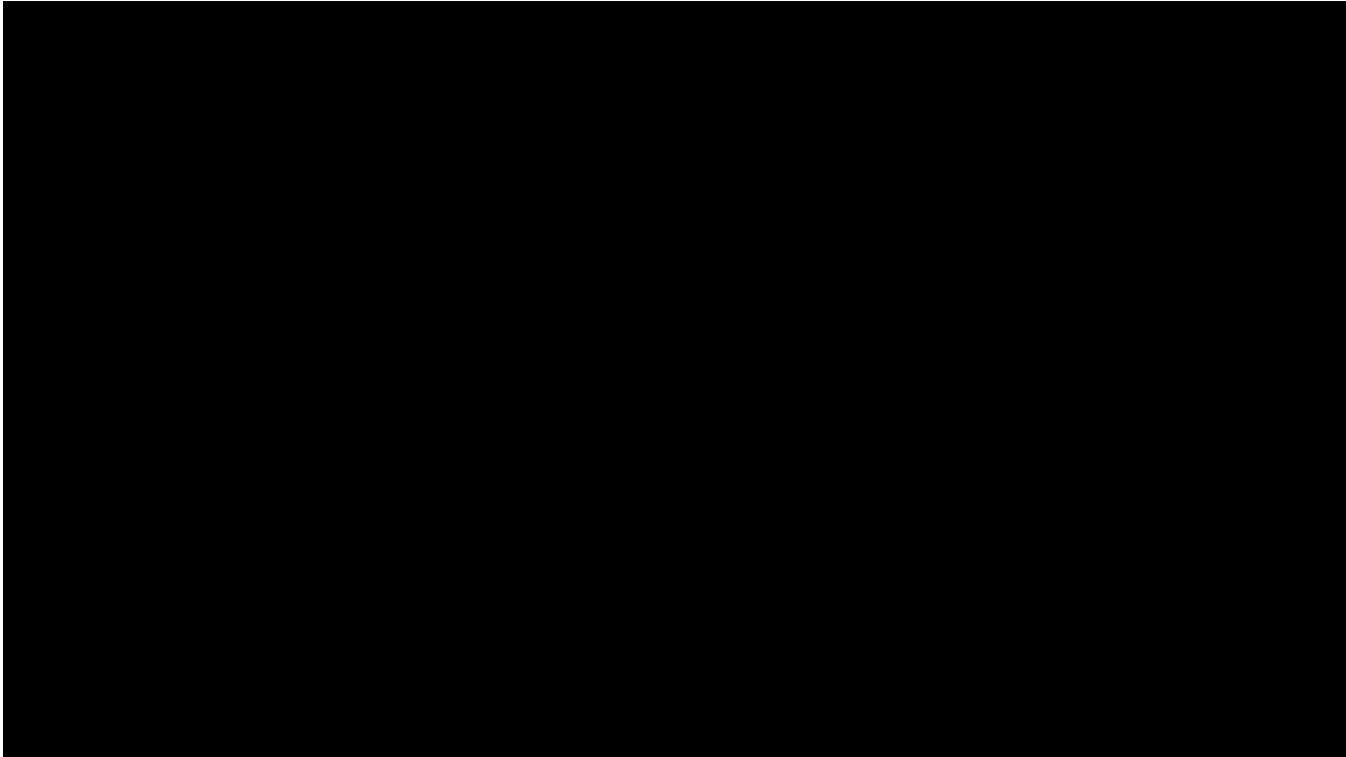
問い

本当に、世界を把握する必要があるのか？





[https://www.youtube.com/watch?v=yB5_Y494Gqs]



[https://www.youtube.com/watch?v=kTZl6_T7pr8]

並列型のアーキテクチャ

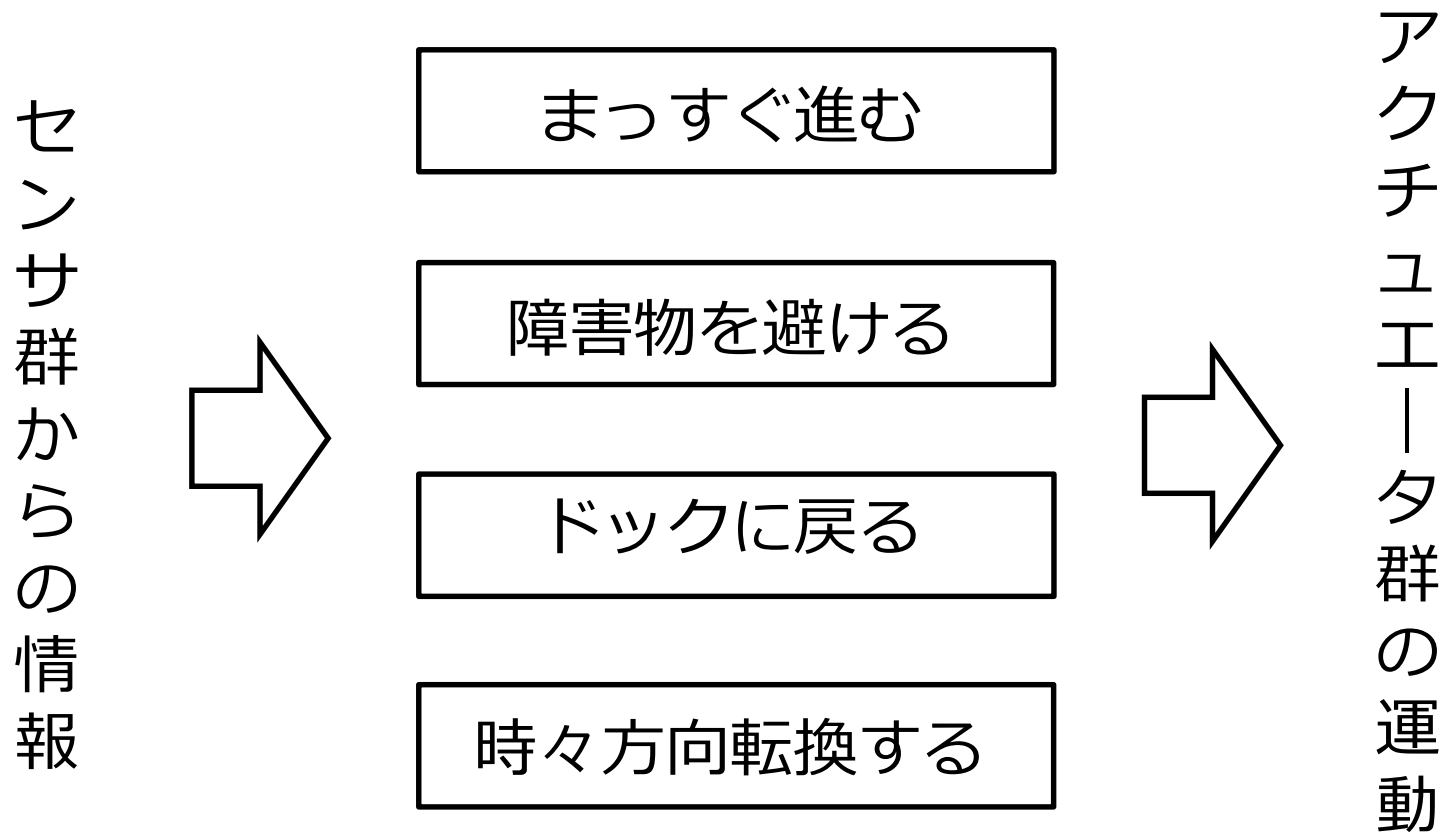
- ロドニー・ブルックスの提案したロボット構成法
サブサンプションアーキテクチャと呼ばれる
- 抽象度の異なる複数の行動単位を**並列に並べる**ことでロボットを制御する方法
- 環境のモデルを前提としない
「表象無き知能(intelligence without representation)」

並列型のアーキテクチャ

- ロドニー・ブルックスの提案したロボット構成法
サブサンプリングアーキテクチャと呼ばれる
- 抽象度の異なる複数の行動単位を**並列に並べる**ことでロボットを制御する方法
- 環境のモデルを前提**しない**
「表象無き知能(intelligence without representation)」

並列型のアーキテクチャによる構成法

■ お掃除ロボット（床の上をくまなく動く）

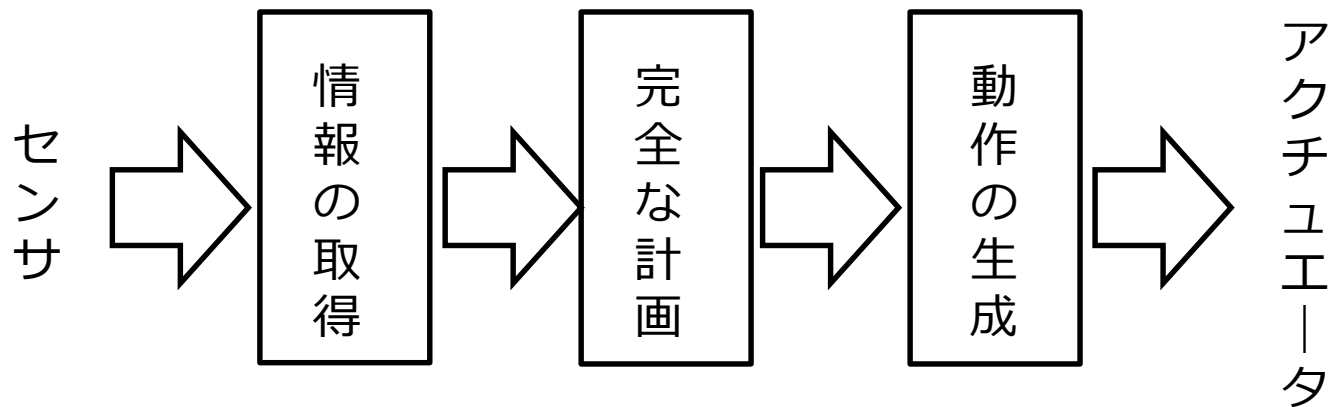


サブサンプリングアーキテクチャの要点

- **並列**した行動単位で構成される
- それぞれの行動単位は独立に動作し、常に適切な方法で**その一つ**が**選択**される
- 環境についての知識を持たなくてよい

知能ロボットの二つの構成法

■ 直列型のアーキテクチャ



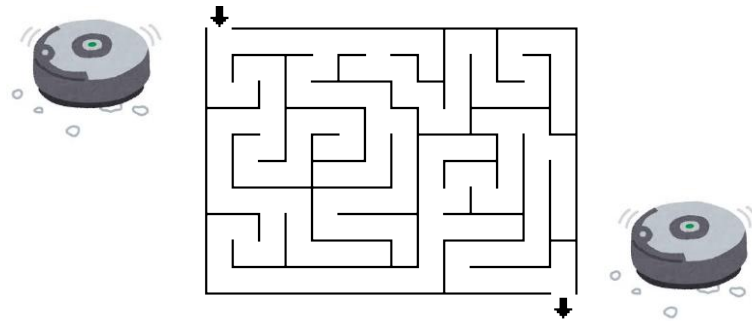
■ 並列型のアーキテクチャ



知能的行動の創発

どんな知能ロボット？

- 「迷路を解く」 移動ロボットを考えます



- 「どのように」 移動するかを変更すれば、
お掃除もできます

**サブサンプリング（並列型）アーキテクチャで
知能的な振舞いを実現することを考えてみましょう**

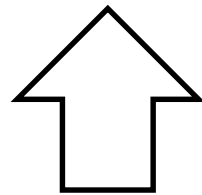
*** どちらか一方の構成法が優れているということはありません**

実際の設計方法（並列型アーキテクチャ）

2ステップで考える

1：基本行動の種類を考える

2：各時間における，行動の選択方法
（優先度）を考える



こちらをメインに考えてみましょう

基本行動の分割

例：迷路を解くロボット

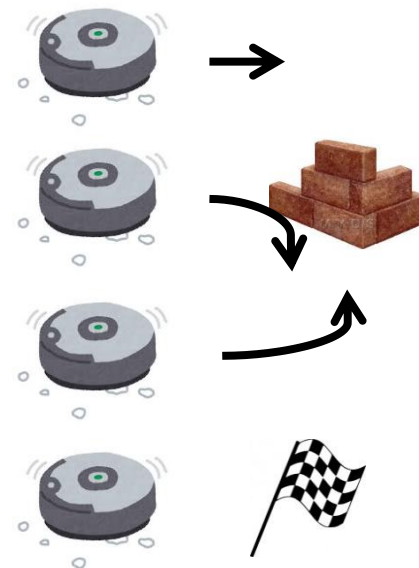
■ 壁伝いに移動するとゴールできる

■ 直進する

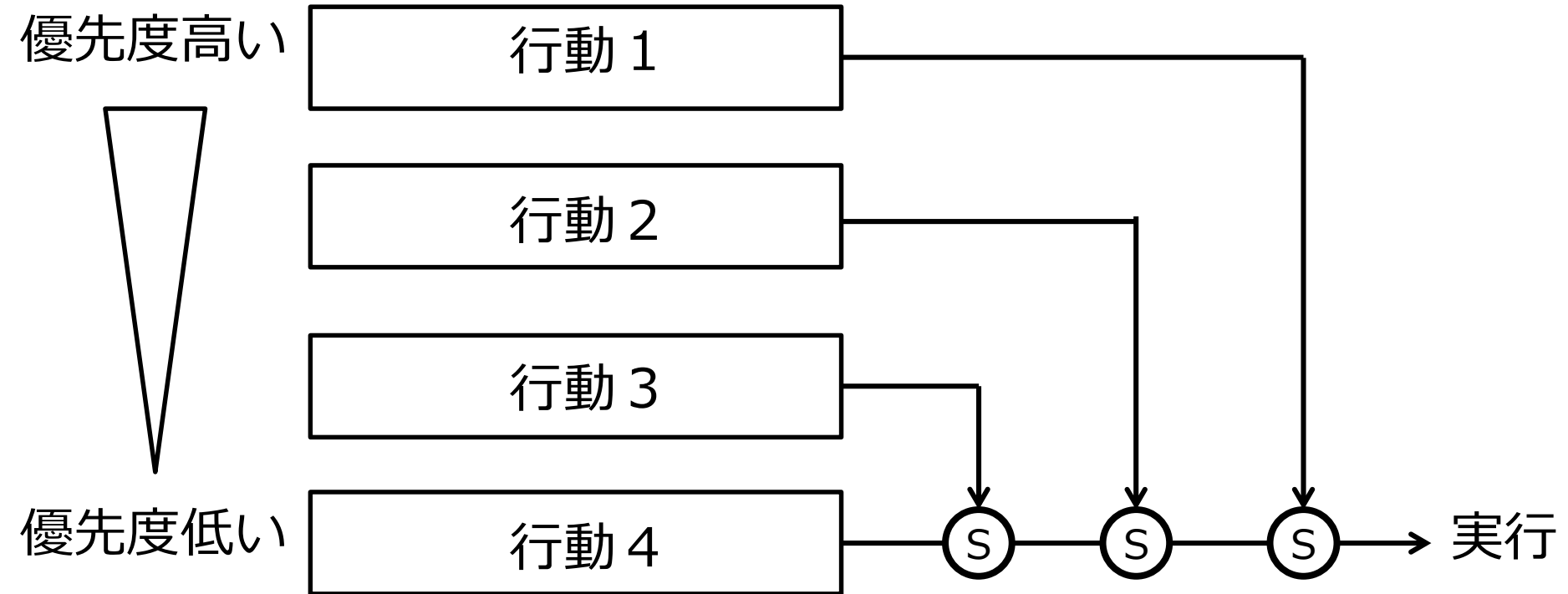
■ 壁に突き当たったら右に曲がる

■ 左手に経路が見えたら左に曲がる

■ ゴールに達したら停止する

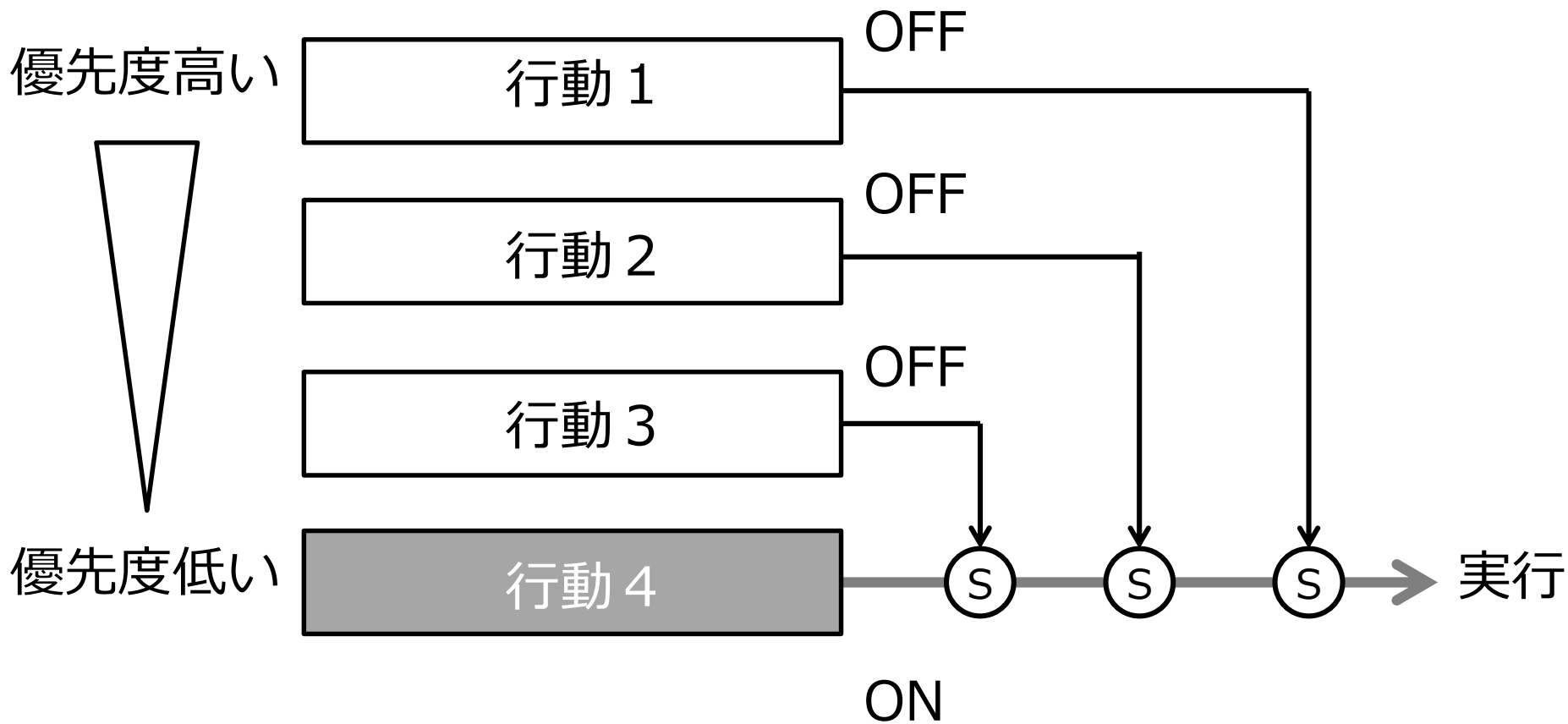


行動の優先度を考える

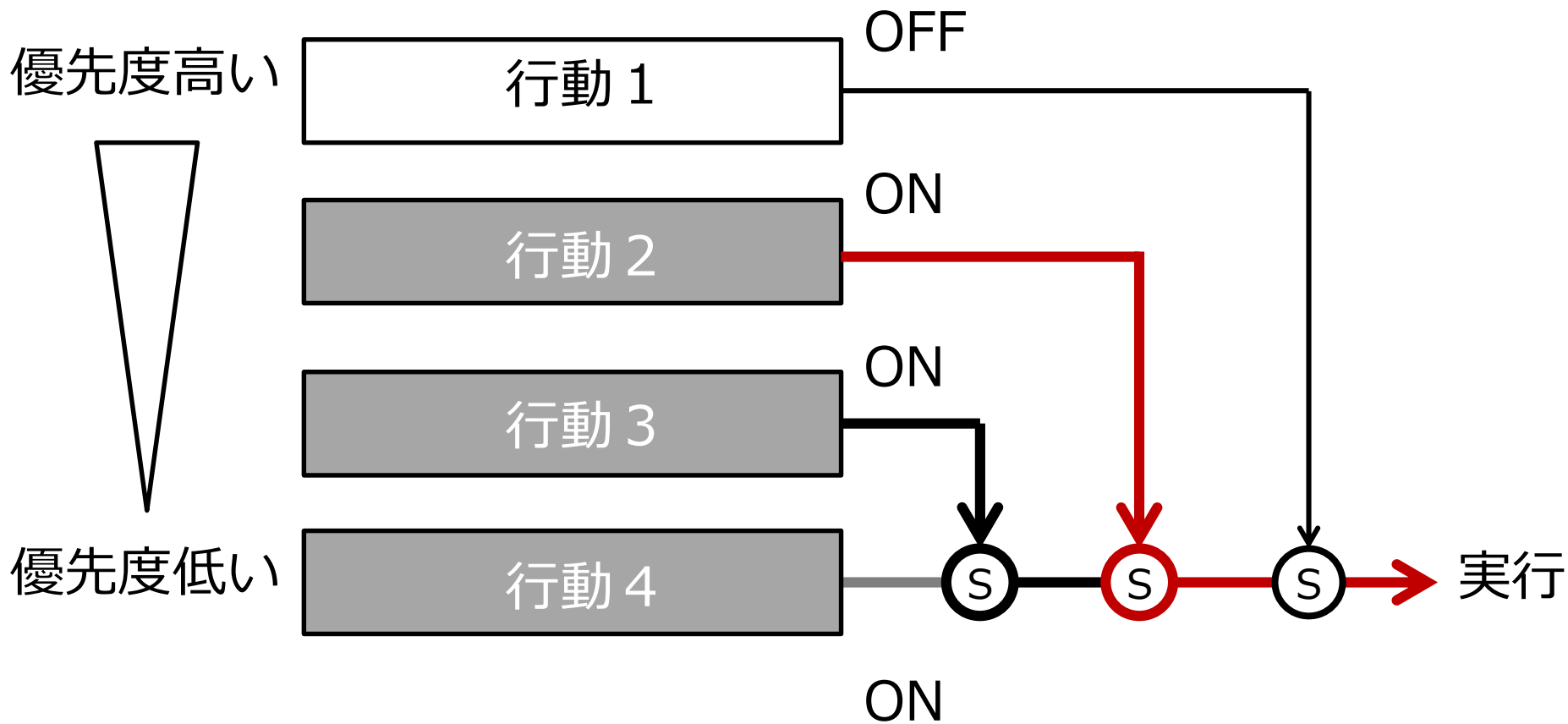


- それぞれの行動は「行動できる / できない」のどちらか
- 最下層の行動は常に「行動できる」とします

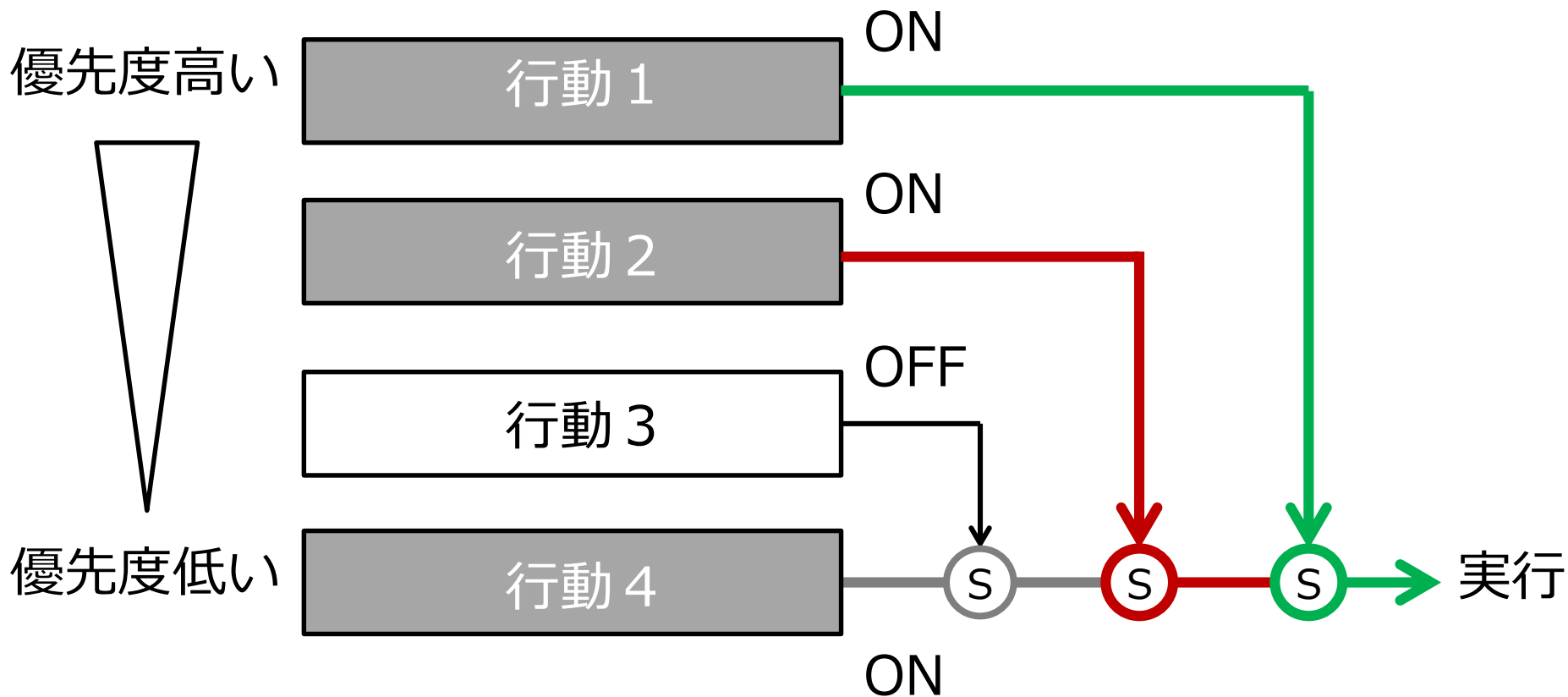
行動の優先度を考える



行動の優先度を考える

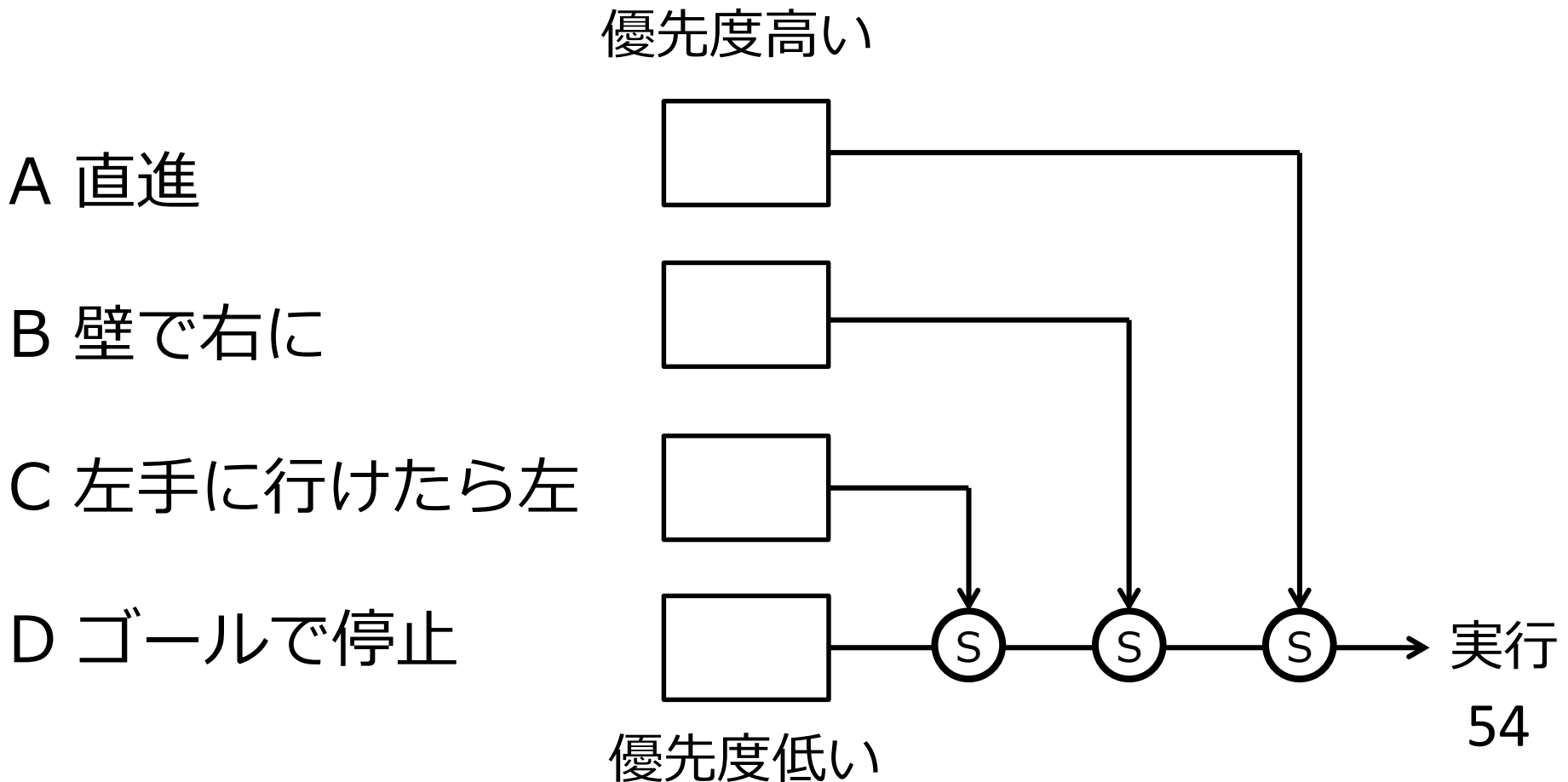


行動の優先度を考える



Q 3 迷路ロボットの頭を設計する

優先度を考えてみましょう（1分）



シミュレーションで確認：例 1

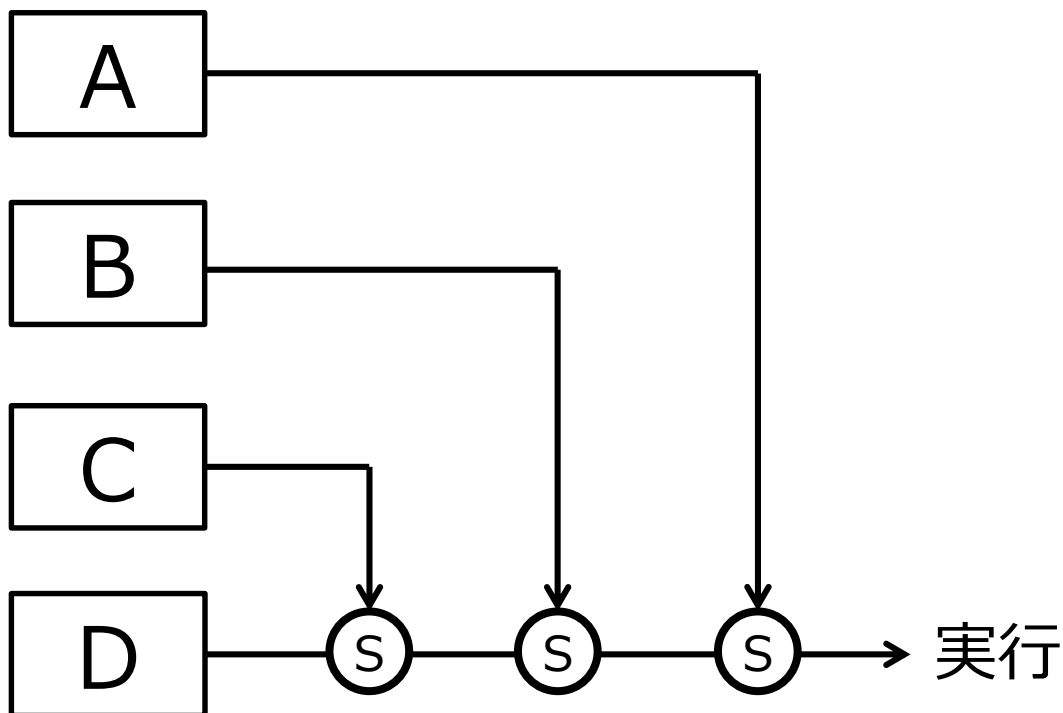
A 直進

B 壁で右に

C 左手に行けたら左

D ゴールで停止

優先度高い



優先度低い

シミュレーションで確認：例 2

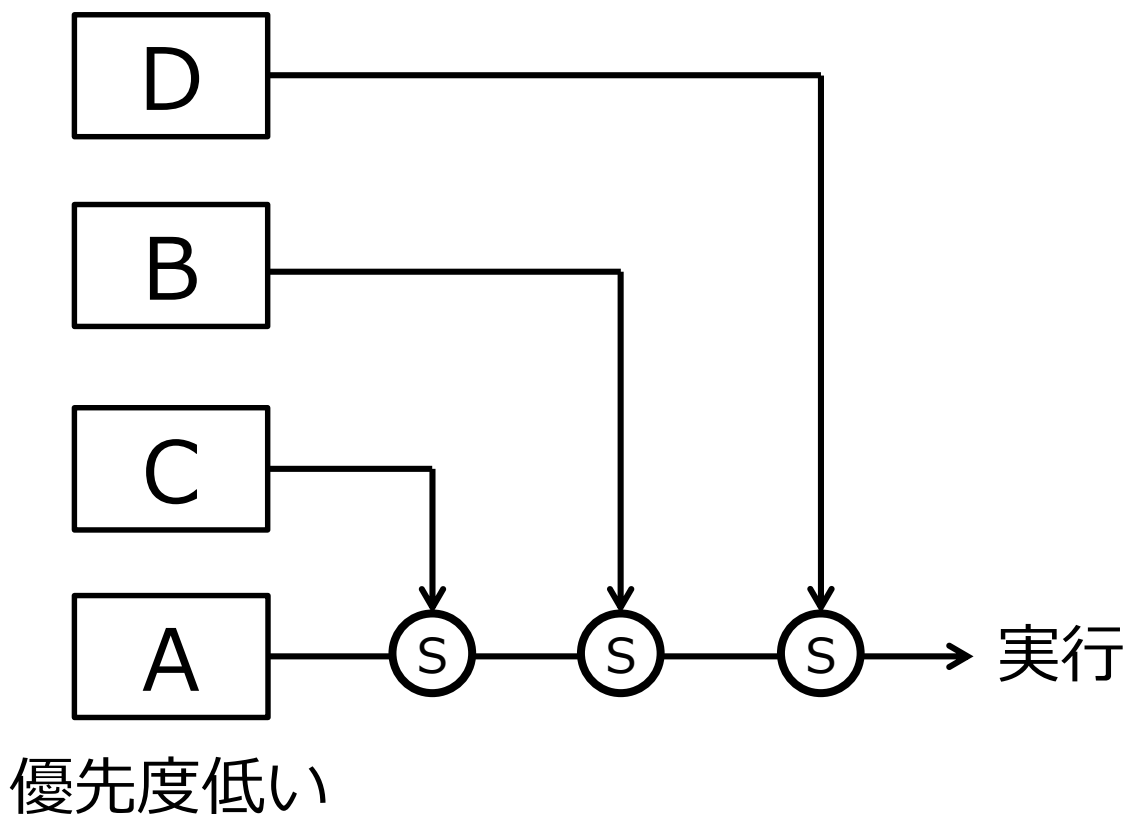
A 直進

B 壁で右に

C 左手に行けたら左

D ゴールで停止

優先度高い



シミュレーションで確認：例 3

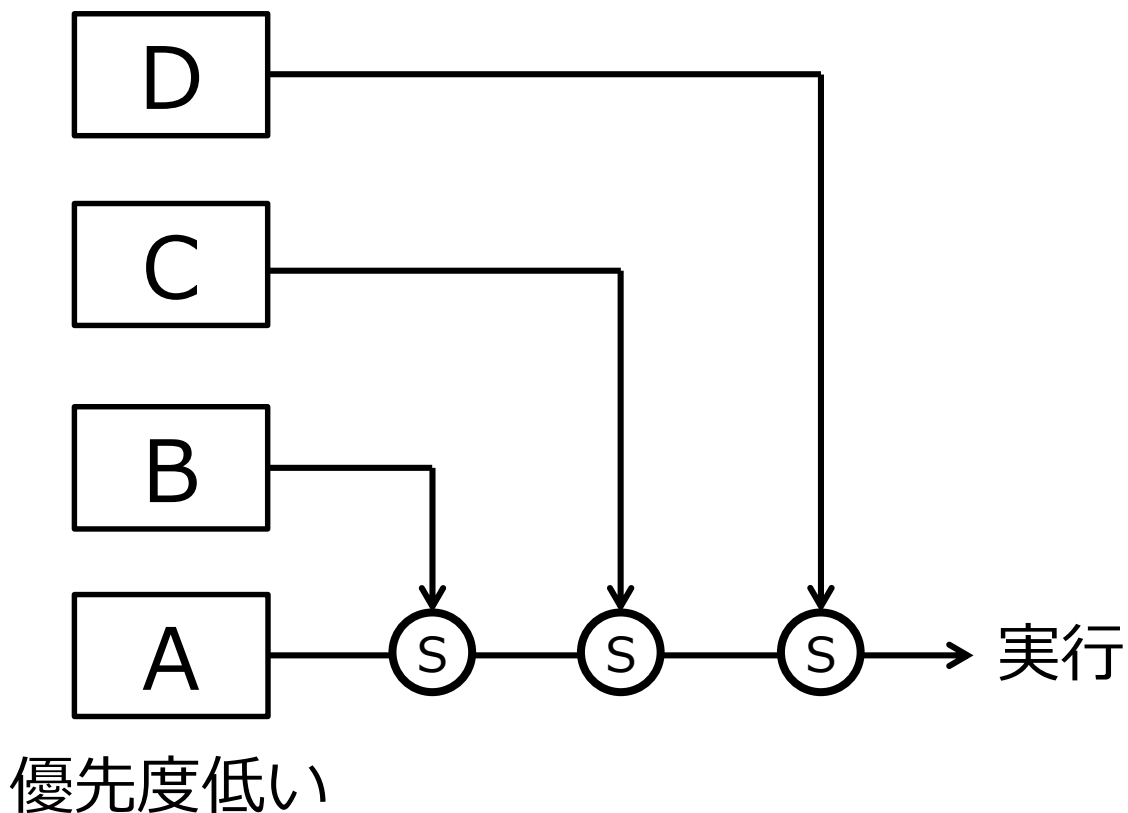
A 直進

B 壁で右に

C 左手に行けたら左

D ゴールで停止

優先度高い



シミュレーションで確認

■ 例 1

■ 直進＞ 右に＞ 左に＞ 停止：壁に激突

■ 例 2

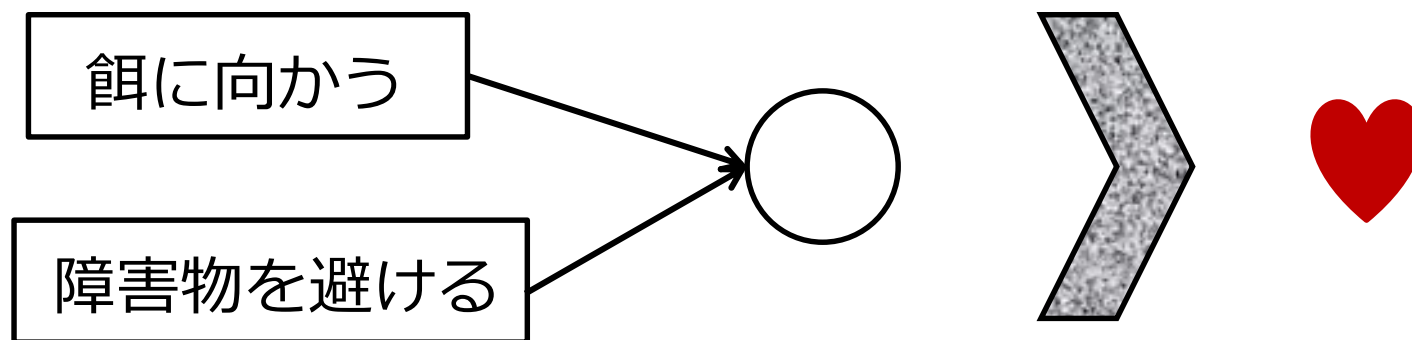
■ 停止＞ 右に＞ 左に＞ 直進：左に沿えない

■ 例 3（正解）

■ 停止＞ 左に＞ 右に＞ 直進：迷路を抜けられる！

サブサンプリングアーキテクチャの限界

- 適切な行動単位を人間が与える必要がある
- 行動の優先度をうまく構成する必要がある



- 知能はどこに存在するのか
(人？環境？ロボット？)

まとめ

- ロボットの構成要素（3つ）を説明しました
- 環境のなかで知能的振る舞いを見せるための
ロボットの制御方法（2つ）を紹介しました
- 実際の構成法を迷路ロボットで学びました

参考文献

- 浅田・國吉, 「ロボットインテリジェンス」, 岩波, 2006
- 内山・中村, 「ロボットモーション」, 岩波, 2004
- R. Brooks, "A Robust Layered Control System For A Mobile Robot", IEEE JOURNAL OF ROBOTICS AND AUTOMATION, 1986
- シミュレーション環境 : Simbad
- Simbadに関するドキュメント (IBM)
<http://www.ibm.com/developerworks/jp/java/library/j-robots/>

小テスト

- 2問あります
- 時間は5分間です

小テスト1/2

■ お掃除ロボットのアクチュエータはどちら
でしょうか

A

ランプ
スピーカー
モーター
吸引器（ブラシ）



B

バンパー
回転角検知
バッテリー検知
モーター負荷検知

小テスト2/2

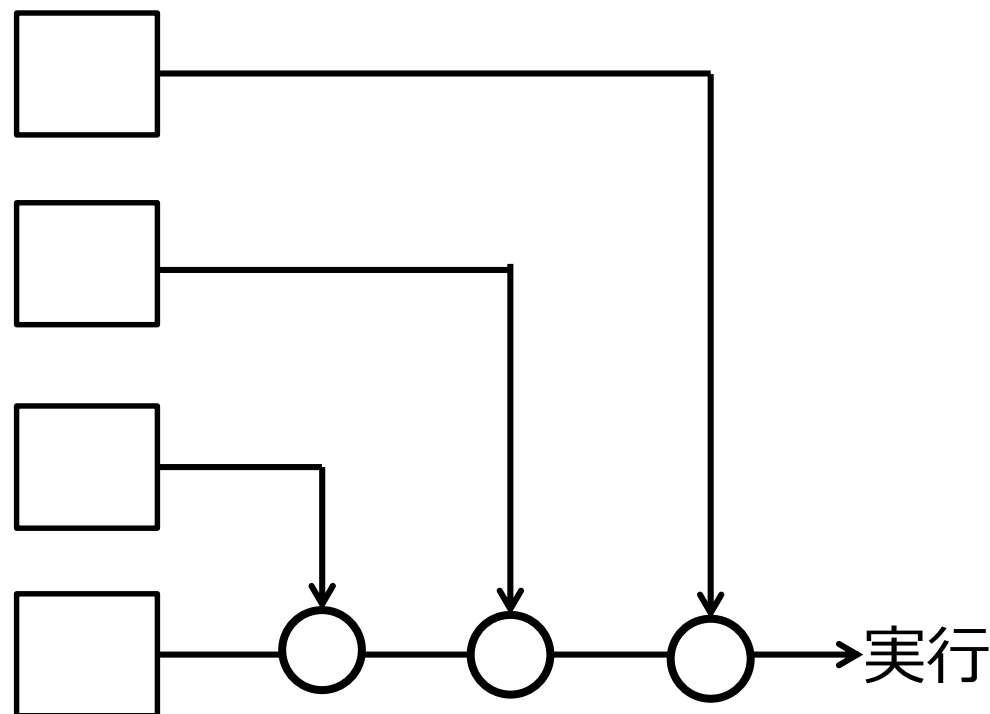
■ お掃除ロボットの構成を考えてみましょう

い：時々方向転換する

ろ：まっすぐ進む

は：ドックに戻る

に：障害物を避ける



小テスト2/2

■選択肢

■ A : に> は> ろ> い

■ B : ろ> い> に> は

■ C : い> ろ> は> に

■ D : は> に> い> ろ

い : 時々方向転換する

ろ : まっすぐ進む

は : ドックに戻る

に : 障害物を避ける

答え1/2 : A

アクチュエータ

ランプ
スピーカー
モーター
吸引器（ブラシ）



センサ

バンパー
回転角検知
バッテリー検知
モーター負荷検知

答え2/2 : D

