

ロボット分野の自動運転

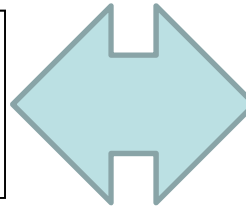
東京大学大学院工学系研究科
精密工学専攻／人工物工学研究センター
浅間 一

<http://www.robot.t.u-tokyo.ac.jp/asamalab/>
asama@robot.t.u-tokyo.ac.jp

ロボット vs ロボット技術 (RT)

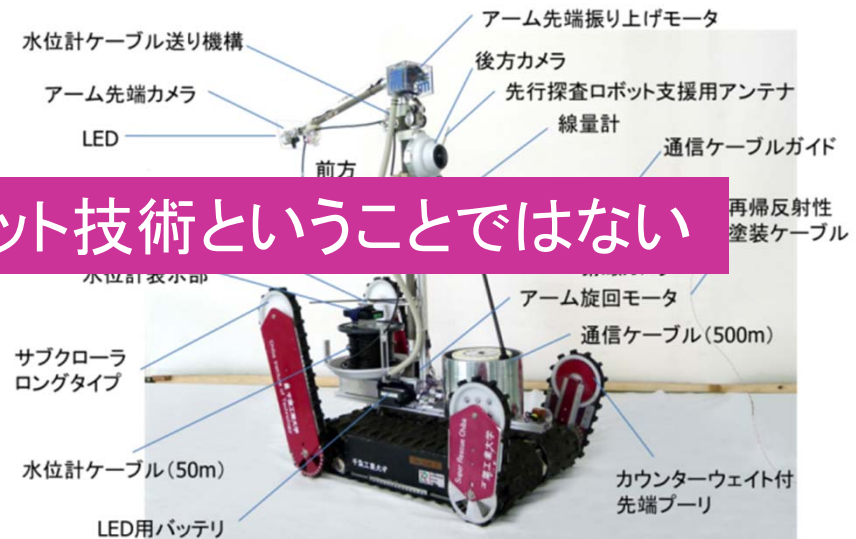
センサ, 知能・制御系, 駆動系の3つの技術要素を有する知能化した機械システム(経産省)

ロボット
作られた動く機械



ロボット技術
ソリューション技術
システム化技術(≠要素技術)
作業ニーズに応えるシステムを
設計・構築する技術
含環境構造化・環境知能化

ロボットを開発するのがロボット技術ということではない



ロボットの知能化 ＋ 環境構造化・環境知能化

用語

- 自動化
 - 有軌道
- 無人化
 - 遠隔操作
- 自律化
 - 無軌道

移動ロボットの自動運転

- 屋内環境で用いられる移動ロボット
 - 工場・倉庫
 - AGV, 自動倉庫, フォークリフト
 - 公共空間(病院・ホテル・施設・オフィス)
 - 掃除, 搬送, 警備, 案内, 移動(搭乗型), 他
 - 住宅内
 - 掃除, 他
- 屋外環境で用いられる移動(フィールド)ロボット
 - 無人ダンプ, 芝刈り, AUV, ITS, 新交通システム, Drone, 移動(搭乗型:車いす), 他

移動ロボットの自動化／自律化技術

- 環境条件
 - 環境要因, 障害物(静的・動的(自動的・主体的))
 - 移動可能性・移動安定性・安全性
- 環境の限定化
 - 環境構造化(有軌道化)



- 地図生成と自己位置同定
 - GNSS(GPS, 準天頂衛星みちびき)
 - SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)
 - AI(機械学習, 深層学習), 5G

人共存ロボティクスが求められる場面 (開発者やユーザとのインタラクション)

- 協働ロボット
- アシストスーツ
- 手術ロボット
- 介護支援(介護者, 被介護者)
- セラピーロボット
- 遠隔操作
- 自動運転
- サービスロボット
- VR, 他

安全・安心とは

安全

もの：技術 ？

安心

人：心理

受容できないリスクがないこと
[ISO/IEC Guide 51 : 1999]

報告：工学システムに対する社会安全目標の基本と各分野への適用
(日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会)

受容するのは、人／社会

ALARPの考え方

As Low As Reasonably Practicable

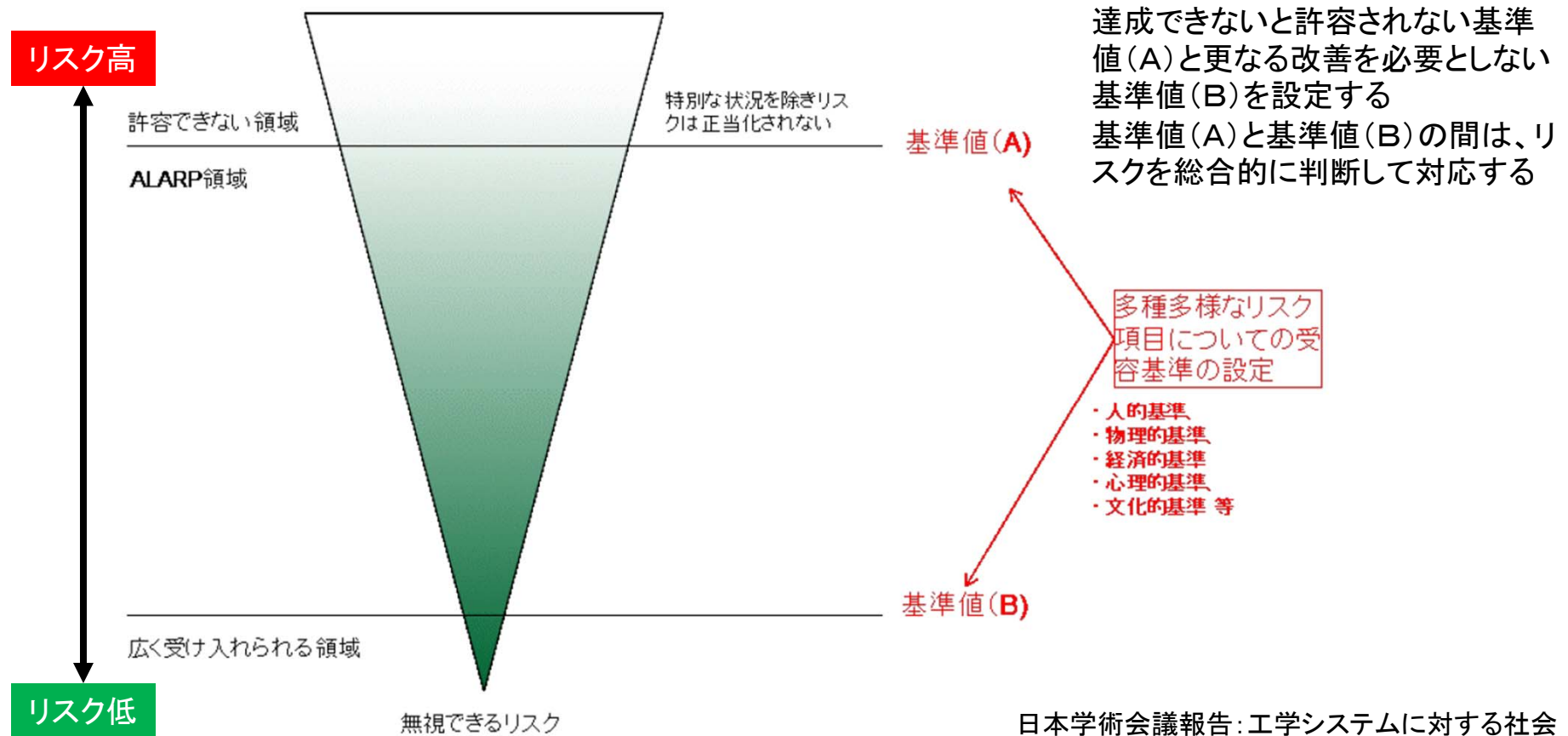


図1 安全目標の基本概念

日本学術会議報告：工学システムに対する社会安全目標の基本と各分野への適用, 2017

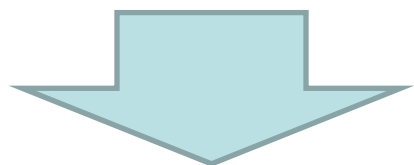
ロボットに必要なとなる知能とは

- 多様な要求や無限定な環境での適応性
- ロボティクス関連技術の進歩
 - SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)
 - SfM (Structure from Motion)
 - ドローン
 - ソフトロボティクス
 - AI, 深層学習, 機械学習
 - IoT, etc.
- ロボットプラットフォームにAIを搭載すれば知能ロボットは実現できるか
 - Ill-defined, Ill-structured, 未知環境への適応的応答
 - ノイズ, 実時間性
 - ブラックボックス化, 説明可能性, 過学習

移動の本能

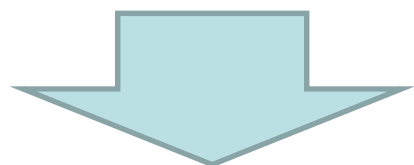
移動知(科研費特定領域研究2005-2010)

身体・脳・環境の相互作用による適応的運動機能の発現
ー移動知の構成論的理解ー



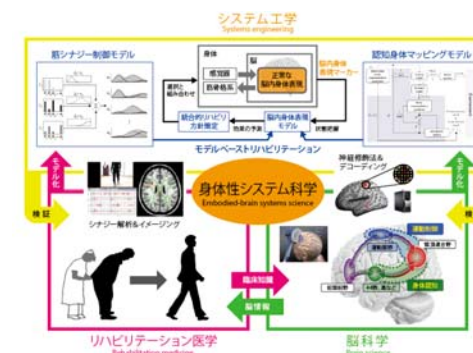
身体性システム科学(科研費新学術領域研究2014-2019)

脳内身体表現の変容機構の理解と制御



超適応(科研費新学術領域研究2019-2024)

身体ー脳の機能不全を克服する潜在的適応力のシステム論的理解



AIを搭載したロボット？

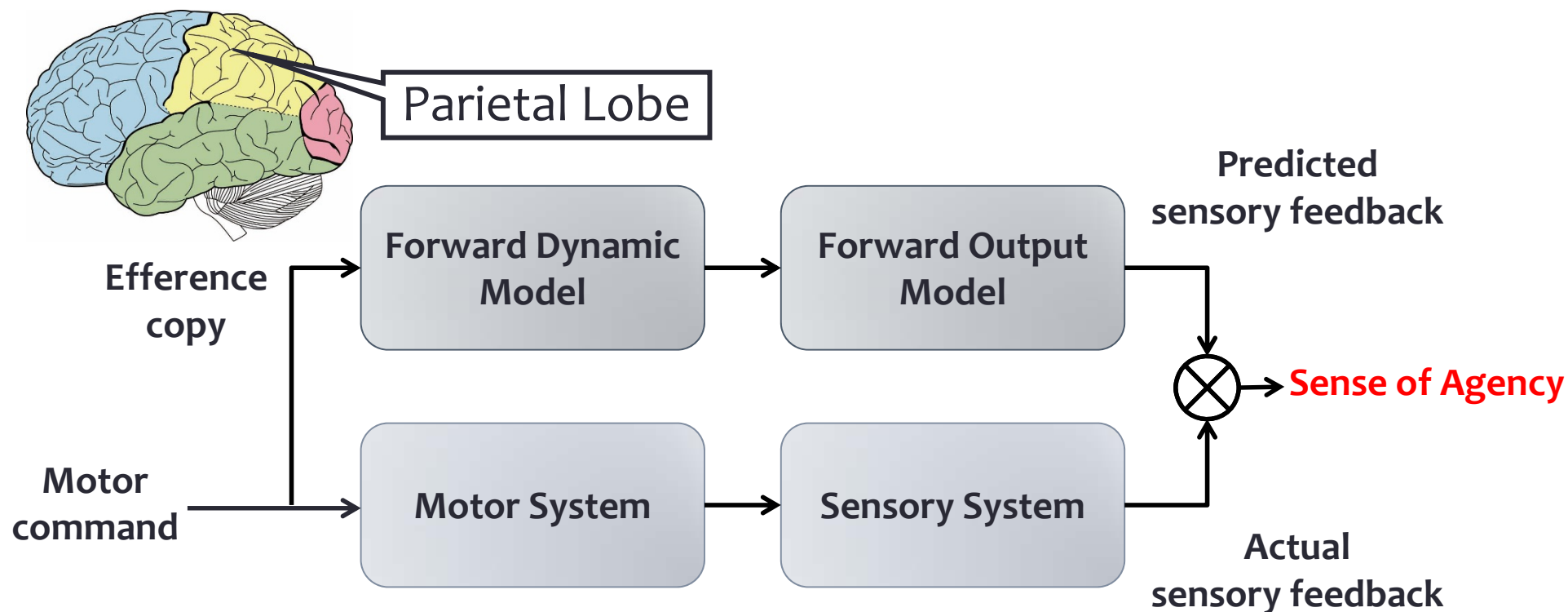
- AI・深層学習・機械学習
 - データ駆動型（過去の経験に基づく学習）
 - いわゆる人間の認識や意思決定の計算機化（大脳皮質などの機能）
 - 人間の運動制御の機能（小脳，基底核，脳幹，脊髄などの機能）？
- 運動制御に必要な知能＝身体あつての知能
 - 人間の脳を鳥や猫や魚に載せて機能するか

運動主体感

Sense of Agency (SoA)

自己の身体運動の主体が自分であるという感覚

コンパレータ(フォワード)・モデル



(Blakemore, 2003)

Difference is small: Motion is attributed to “self”
Difference is large: Motion is attributed to “others”

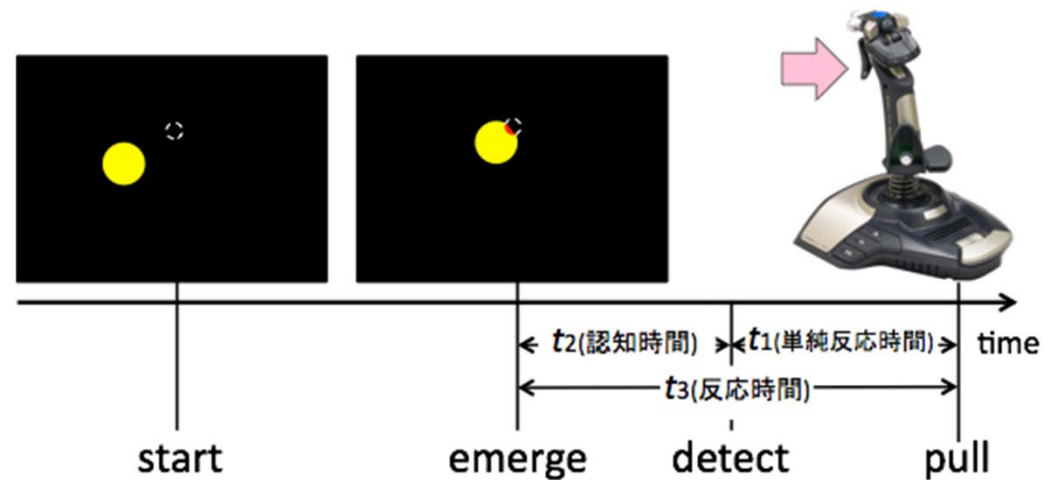
認知能力

- **in Passive Condition**
 - Cognition from Perception
 - Prediction only based on Perception
- **In Active Condition**
 - Cognition from Perception
 - Prediction based on not only Perception
but also SoA Automatically Driven
by Active Interaction

実験概要



- 暗い環境内にあるターゲットを, サーチライトを用いて探索する, という視覚探索課題を行う
- ターゲットを発見したら即座にトリガを引き, ターゲット出現からトリガを引くまでの反応時間(t_3)を測定する
- 認知時間 (t_2)を認知能力の指標とする ($t_2 = t_3 - t_1$)

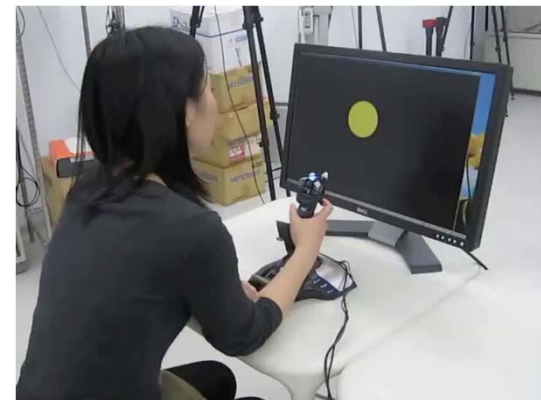


実験(能動性)

- 能動性と認知能力の関係を調べる
 - 能動性: 自分から外界へ主体的にはたらきかけ動作を行うこと
- 被験者
 - 健常な20代の男女21名 (男性:12名, 女性:9名)
- 実験設定
 - 能動的: 被験者がジョイスティックでサーチライトを動かす
 - 受動的: コンピュータが自動的にサーチライトを動かす
- 実験手順
 - ジョイスティックの操作に慣れるために練習時間をとる
 - 能動的20回, 受動的20回と条件を入れ替え, 合計80回で反応時間(t_3)を測定する



能動的



受動的

能動／受動条件における反応時間(時間遅れなし)

Active: Participants use the joystick to control the searchlight.

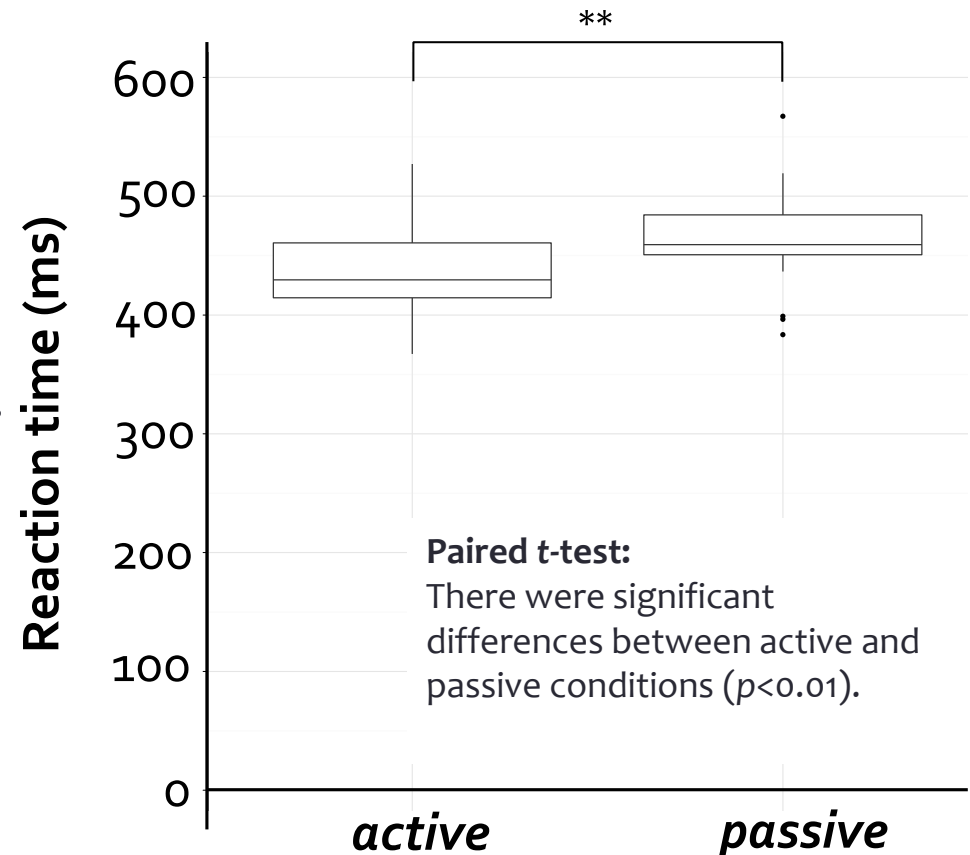
Passive: The searchlight moves automatically.

Participants:

21 volunteers (12 men, 9 women)

The experiment consists of 4 blocks
(2 active + 2 passive conditions)

In each block, 20 trials were conducted.



まとめ

- 環境の限定化(構造化)も含めた自動化の実現
- 移動の自律化のための智能化技術開発
- ヒト・社会の理解に基づく社会実装
 - 能動性・主体性
 - ユーザが満足するサービスの創造
 - 受容性

ご清聴ありがとうございました