A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a black crosshair with green, red, and blue squares at the intersections.

汎用ハンドについて

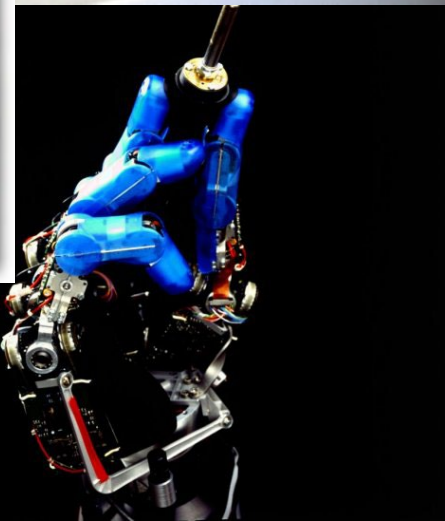
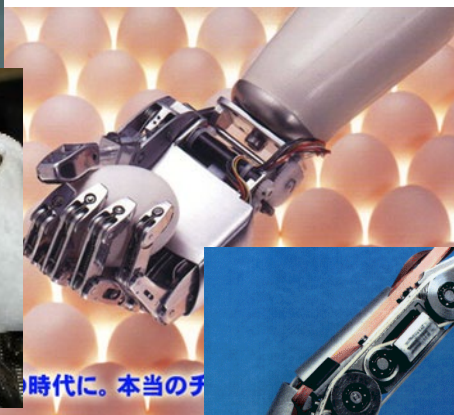
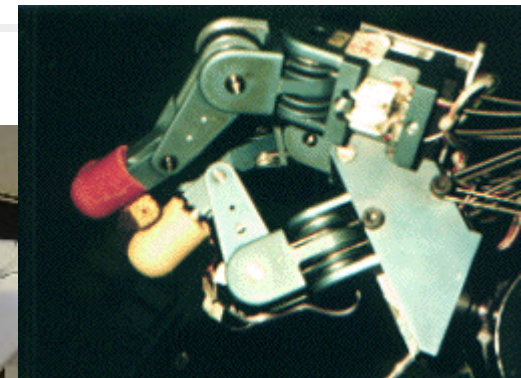
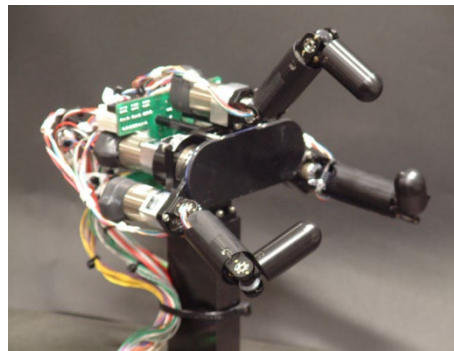
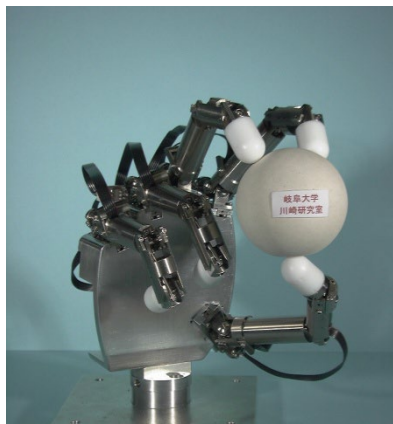
多品種ピック小委員会

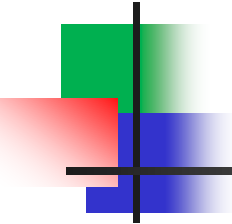
神戸大学 大学院工学研究科

機械工学専攻

横小路 泰義

ロボットハンドの歴史は古い



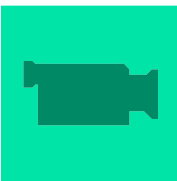
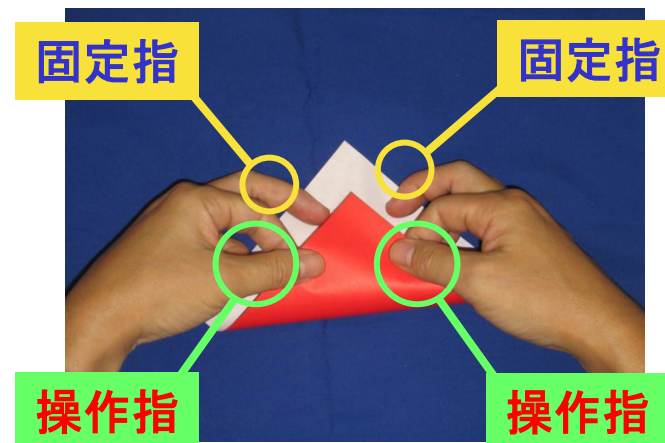
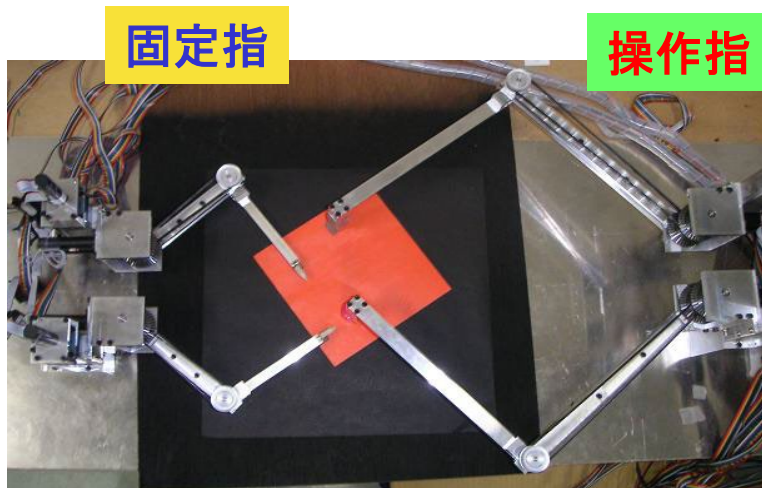
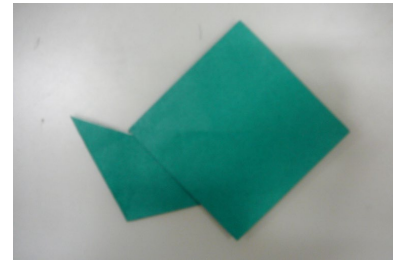
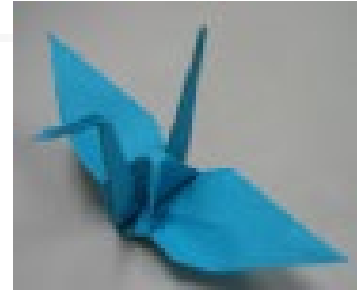


学術的問い

- 汎用ハンドはどのような形態であるべきか？
- 汎用性とは？
 - どのように定義し、評価するのか？
 - 「器用さ」とは？

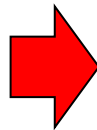
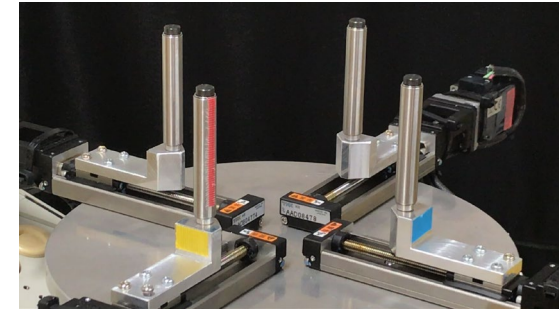
「器用さ」の解明のための研究 マニピュレーションのグランドチャレンジ としての「折り紙」

- とにかく折り紙が折れるロボットを作る
 - ロボットの外観にはこだわらない
 - しかし、折り方は人間と同じように
- 最初の目標: おたまじゃくし



「ものづくり分野」でのハンド研究 ギヤユニットの治具レス組み立て

- 4指平行スティックハンド
- 対象製品: ギヤユニット
 - WRS2017トライアルの対象モデル製品
- 治具レス ⇒ セルフアライメント
 - 部品の状態分類とそれぞれに応じたセルフアライメント手法



軸対称把持可能

スペーサ
ワッシャー
ナット
シャフト(立)

ギヤ

大ギヤ
小ギヤ

軸非対称把持可能

シャフト(寝)

把持不可能

ベースプレート



「物流分野」でのハンド研究

「何でもつかめるハンド」は実現できるか？

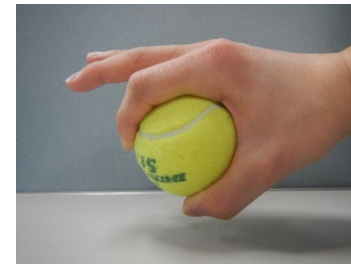
■ コンビニを対象ドメイン

- 20品目の対象アイテムを選定
- 重さ, 形状, 剛性
 - 1[kg] を超える重量物
 - 一辺の長さが 15[cm] を超える大型物
 - 全辺が 3[cm] 未満の小型物
 - 1[N] 以上の力を加えると壊れてしまうもの



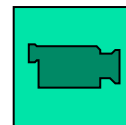
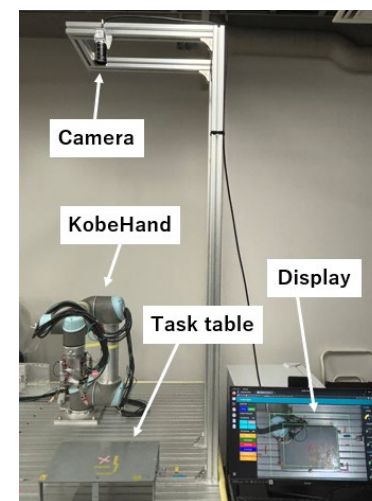
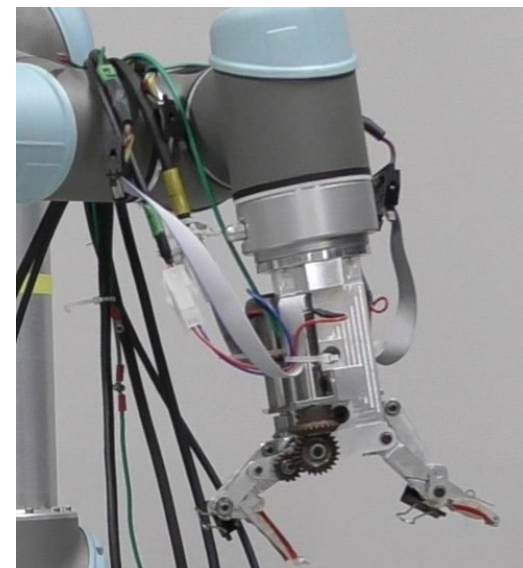
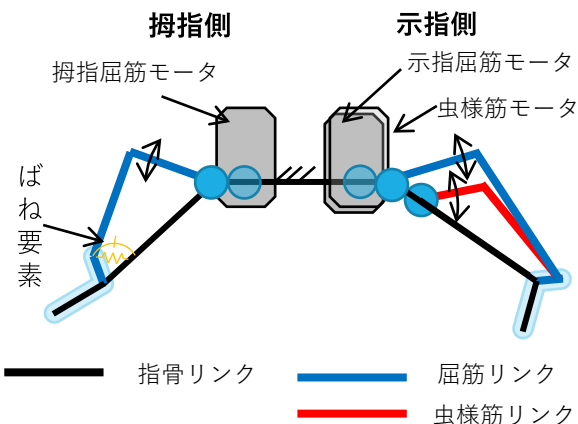
■ 人間の把持動作の観察

- 「つまみ」
- 「つかみ」
- 「すくい」

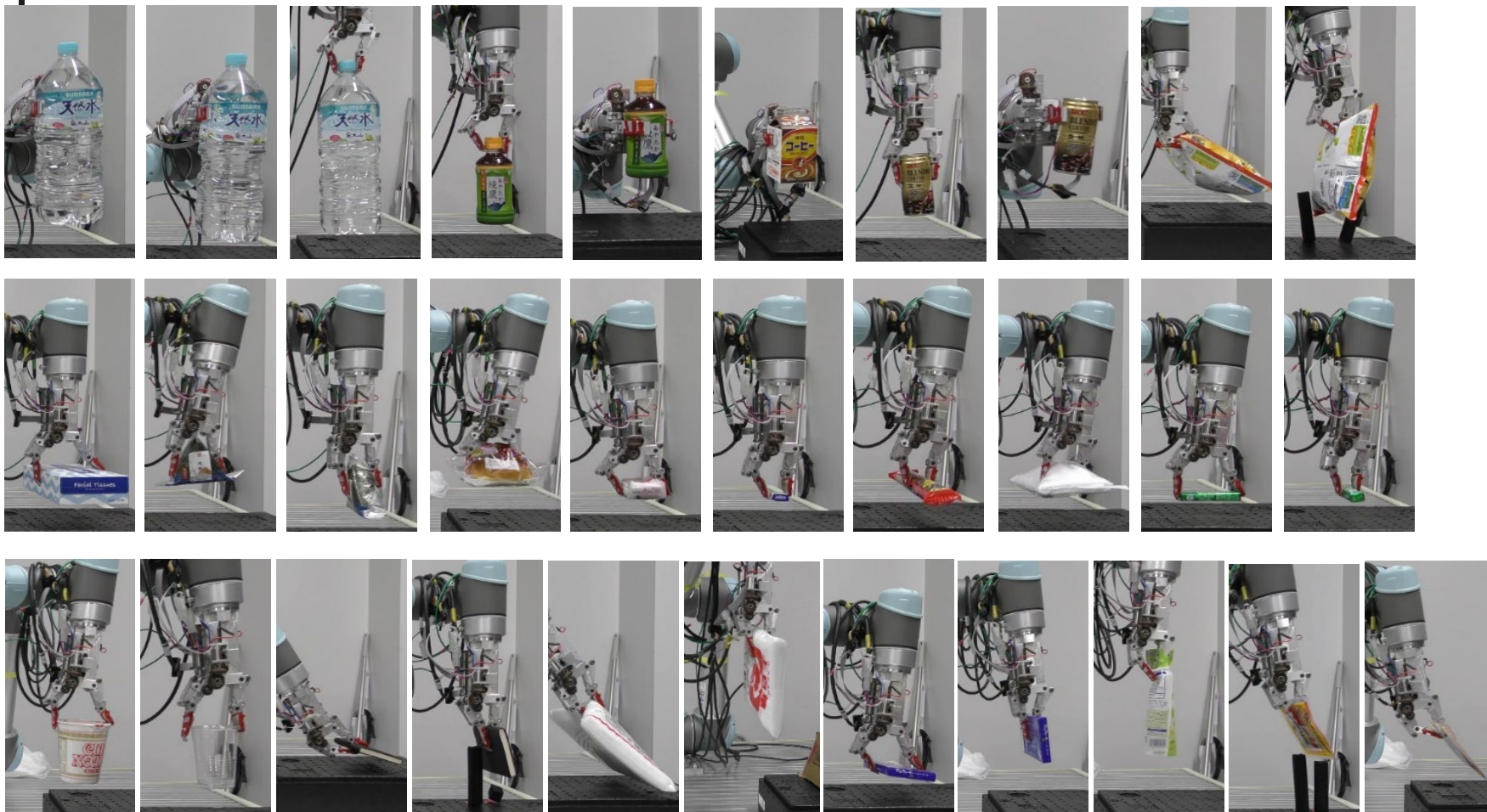


(汎用)ピッキングハンド KobeHand

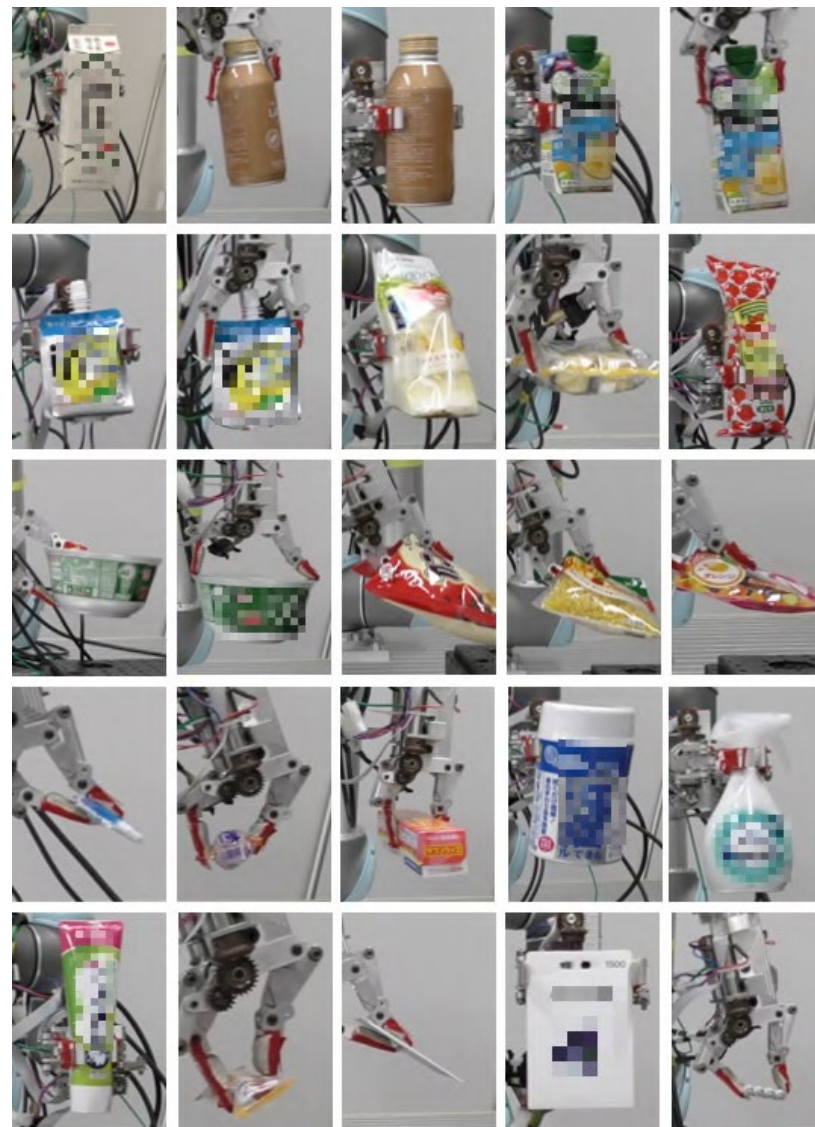
- 「つまみ」、「つかみ」、「すくい」が可能
- なるべく簡単な機構
 - 拇指: 2関節／1モータ(劣駆動)
 - 示指: 2関節／2モータ
- 画像認識機能との組み合わせ



20種のアイテム把持に成功



別の20種も成功

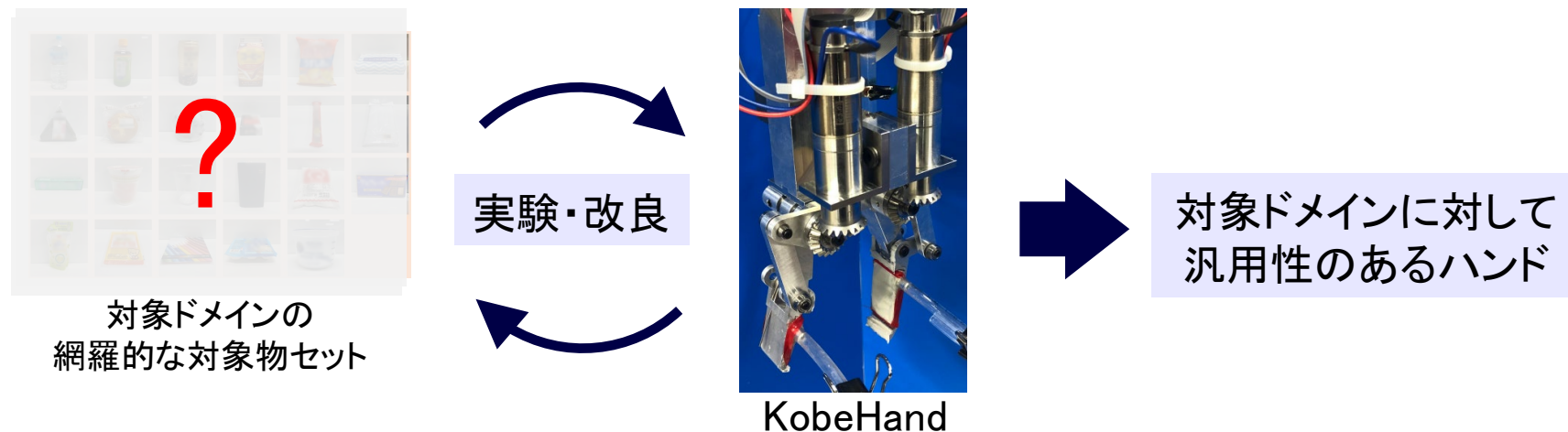


汎用性はどのようにして担保できるのか？

■ KobeHandの開発経緯



■ KobeHandの汎用性の確認と改良



スーパーマーケットをドメインとした 対象物セットの選定

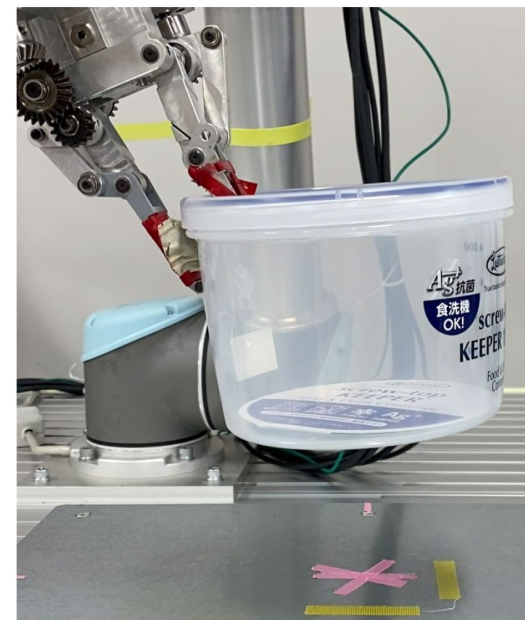


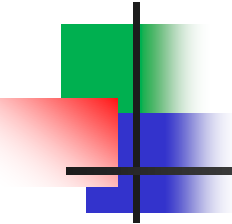
 : 新たに追加した物品



「ひっかけつまみ」の必要性発見

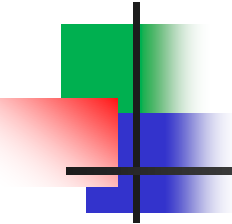
- 重力を活用した特殊な「つまみ」
 - 大きすぎて通常の「つかみ」や「つまみ」ができない対象物向け
- KobeHandでも可能なこと(+要改良点)を確認





学術的問いに対する見解

- 汎用ハンドはどのような形態であるべきか？
 - 対象ドメインが決まれば、それに適したハンドが決まる.
 - 対象ドメインが広ければ、**多指ハンド**も候補になり得る.
- 汎用性とはどのように定義し、評価するのか？
 - **対象ドメイン**内のアイテムをすべて把持可能かで評価
 - アイテムの置かれている**環境条件**も重要
 - 有限の**対象物セット**への絞り込みは、ハンドの設計と並行してでないといけない
- 「器用さ」とは？
 - 汎用性と最適性は相反する.
 - 「器用さ」とは最適でない冗長な機構でなんとか対応する能力(まだ定性的)



まとめ

- 汎用ハンドとは？
 - (一定程度以上の広さの) 対象ドメイン内で作業可能なハンド
 - 対象ドメインを規定せずに, ハンドは設計できない(古典的設計論)
- Physical AI を見据えた汎用ハンドとは？
 - 汎用性(再定義性) vs. 最適性 $\Leftrightarrow$ Software Defined vs. Hardware Defined
 - 人型(多指)ハンドの可能性と課題
 - 人が扱う対象物は, 人の手での操作を前提に作られている(サービス分野)
 - 人の動作を参考できる(模倣学習) $\rightarrow$ 参考にすべきは**ワークの動き**？
 - **完全な人の手のコピーは作れない**
 - ドメインによってはオーバースペック？(コスト $\uparrow$, 信頼性 $\downarrow$, 効率性 $\downarrow$)
 - (双腕 $\times$ グリッパ) + ツールの可能性