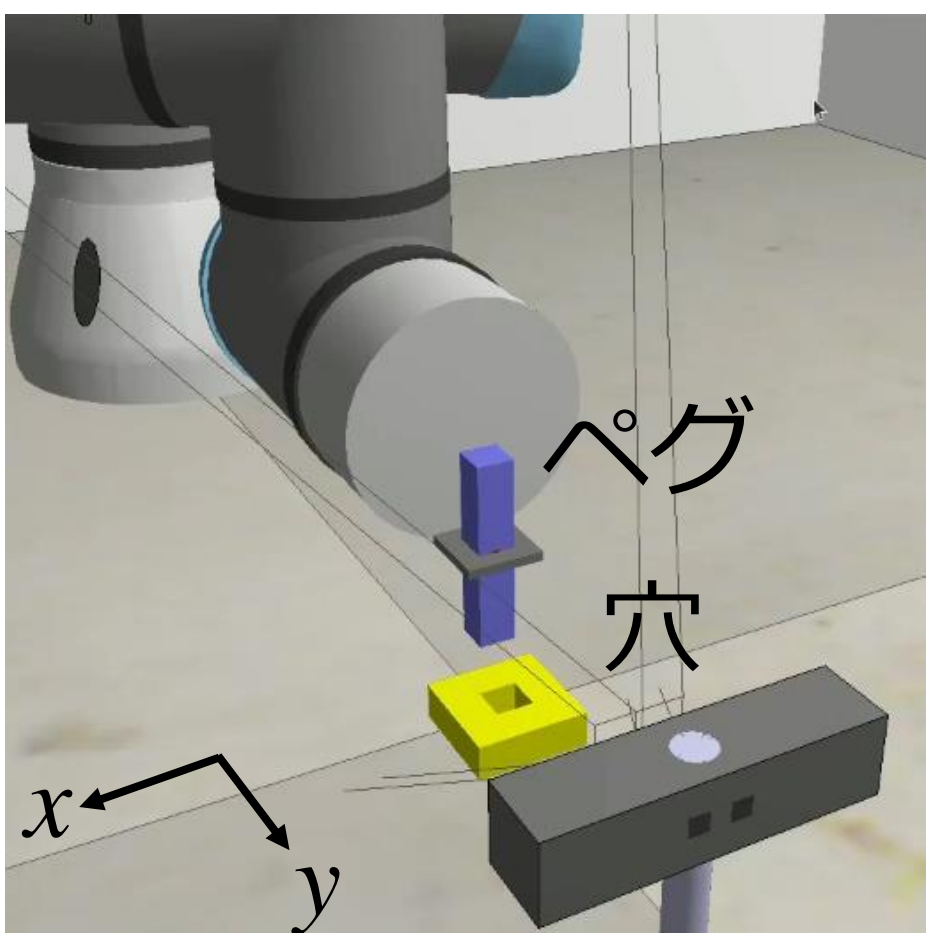


# 穴位置不確実 Peg-in-hole のための疑似力覚を組み込む深層模倣学習

丹羽 靖治<sup>†</sup>, 相澤 宏旭<sup>‡</sup>, 加藤 邦人<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>: 岐阜大学 工学部 <sup>‡</sup>: 広島大学 先進理工系科学研究科

## 研究対象



- Peg-in-hole  
穴にペグを挿入する組立作業
- Peg-in-holeの中でも,  
**穴の位置が縦横方向にランダム,**  
**穴の位置情報に直接アクセスできない**  
問題設定を扱う

## 文字

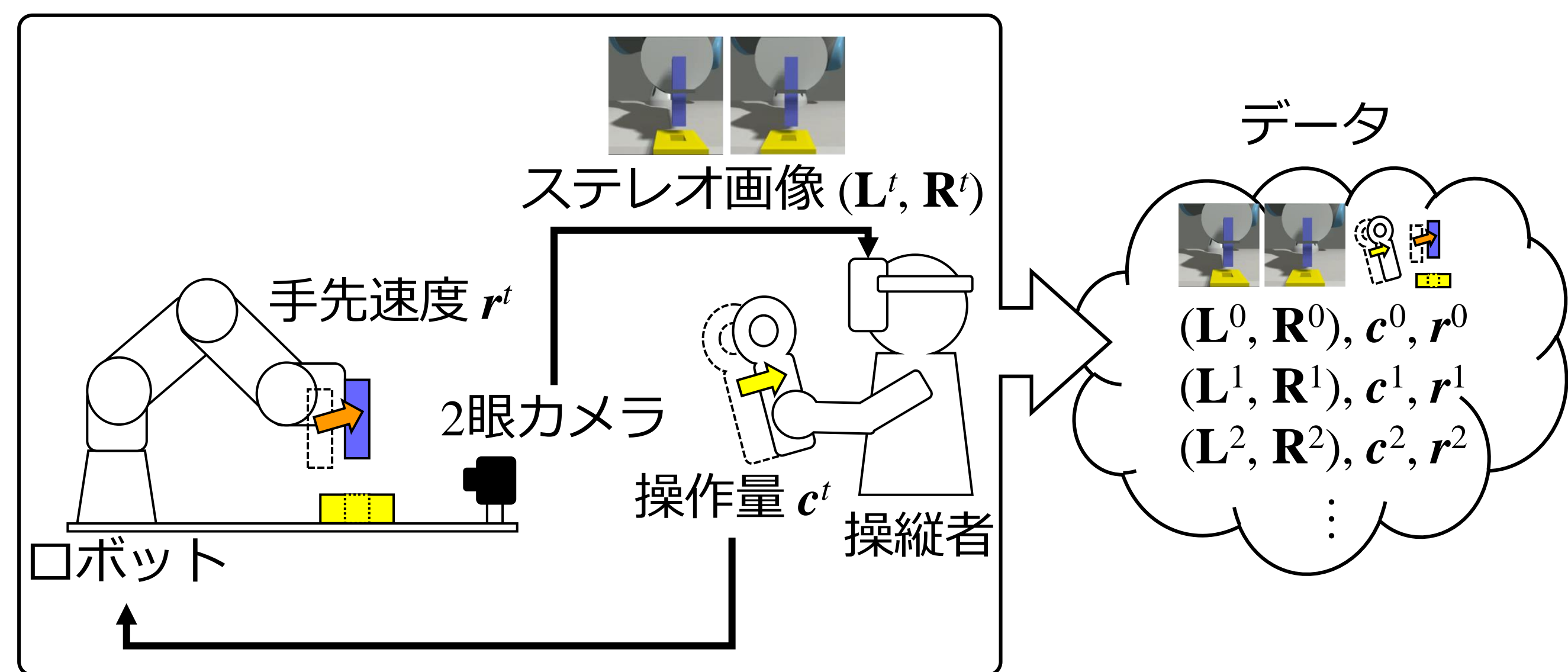
表1: 文字の一覧

$t$	時刻
$(L^t, R^t)$	ステレオ画像
$c^t$	操作ベクトル
$r^t$	手先速度
$e^t$	補助出力
$a^t$	最終出力
$h^t$	疑似力覚ベクトル

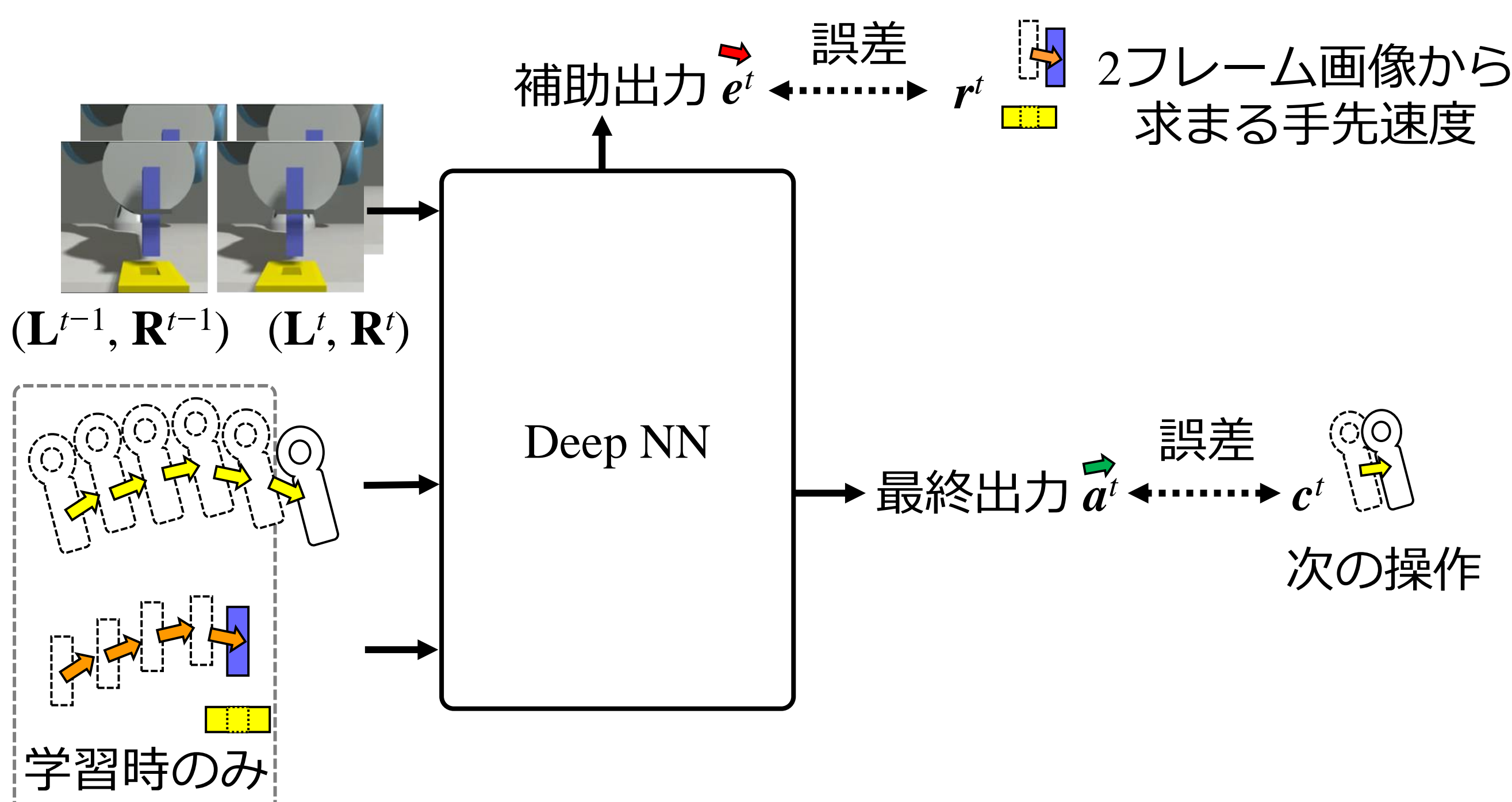
## 提案手法

### I. 学習の流れ

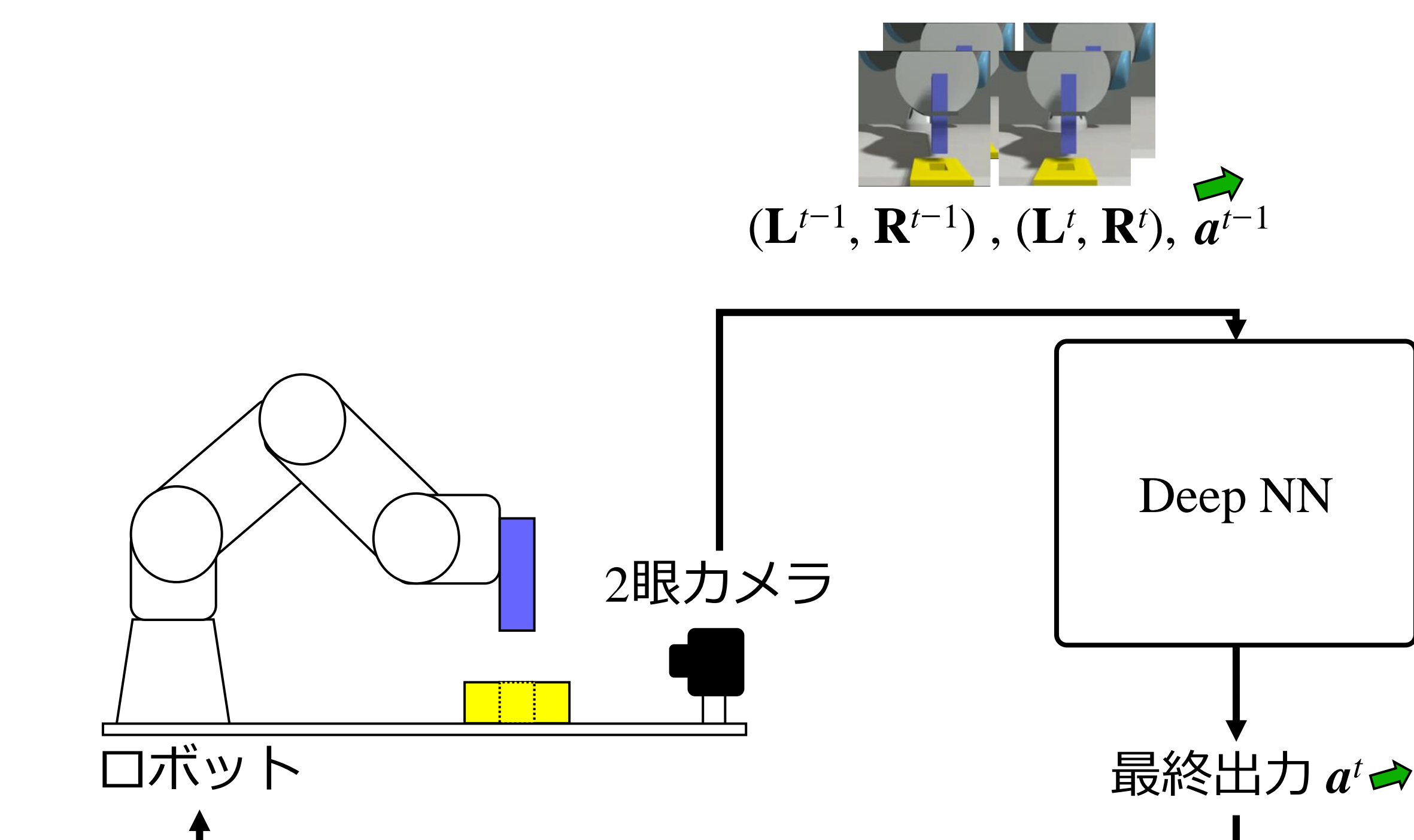
#### ① ロボットアームを遠隔操作してデータ収集



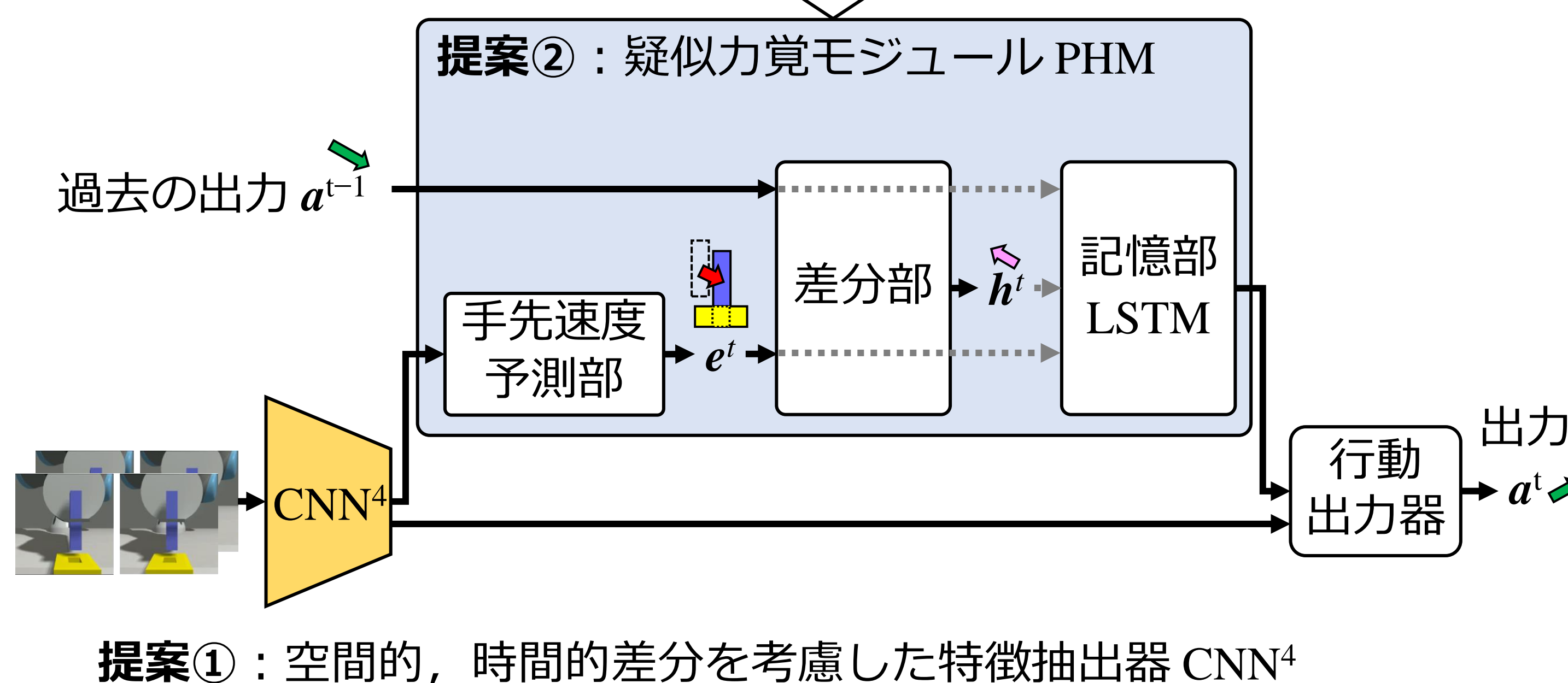
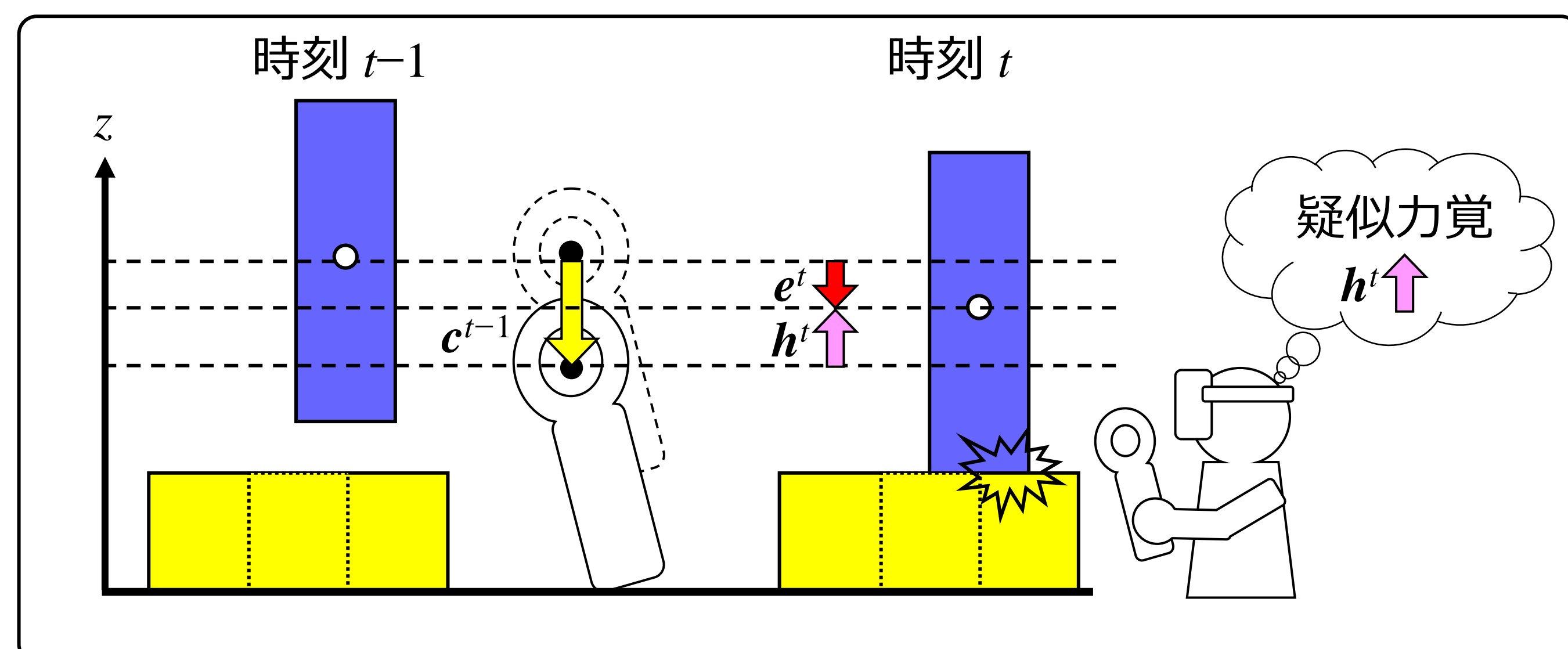
#### ② モデルの学習



#### ③ 操縦者をモデルに置き換えて自動化



### II. 疑似力覚と提案ネットワーク



## 実験・結果

### ■ 未知の穴の位置1000パターンでテスト

表2: Peg-in-hole 成功率と所要時間

	成功率 [%]	平均所要時間 [秒]
Vanilla (1frame)	89.5	19.4
Vanilla (2frame)	92.3	17.9
CNN <sup>2</sup> (1frame)	92.9	17.6
CNN <sup>2</sup> (2frame)	91.3	17.8
CNN <sup>4</sup>	95.6	14.3
CNN <sup>4</sup> + PHM	97.2	10.0

### ■ 比較モデルの補足

- $n$  frame : ステレオ画像の系列長  $n$
- + PHM : 疑似力覚モジュールPHM あり
- Vanilla : 特徴抽出器 (空間差分なし 時間差分なし)
- CNN<sup>2</sup> : 特徴抽出器 (空間差分あり 時間差分なし)
- CNN<sup>4</sup> : 特徴抽出器 (空間差分あり 時間差分あり)