

仮想モデルを用いた 能動的シミュレーション

東京農工大学 大学院工学研究院
先端機械システム部門
教授 田川 泰敬

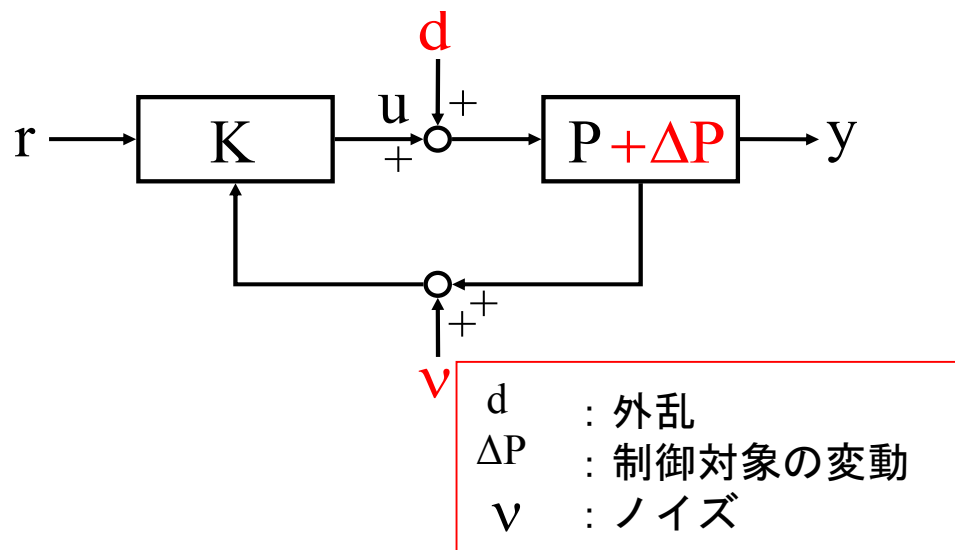
“能動的シミュレーション”とは？

- 制御したい対象の仮想モデルを用いたフィードバック制御シミュレーションの結果を、実時間で現実に反映させる技術の総称である。
- これにより、センサーを用いない制御が可能となる。さらに、仮想モデルに“仮想外乱”を考慮することにより、たとえば、移動体が障害物を回避するための軌道や、そのときの制御操作量などを容易に計算できる。

“能動的シミュレーション”の背景

制御システム設計

実際のフィードバック制御系



制御性能向上のために高いゲインを持つ制御器を使うと不安定化

実際のシステム

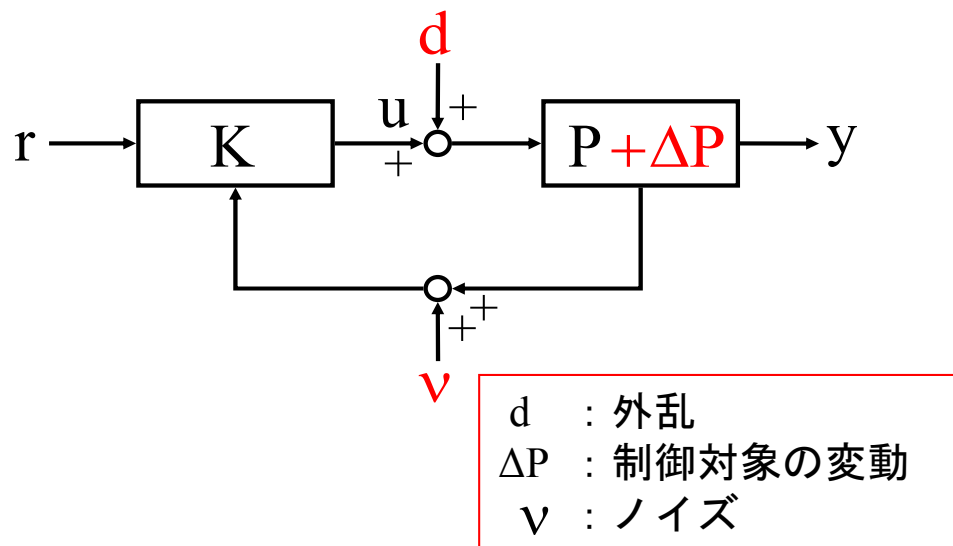


- 期待通りの結果が得られない
- システムが不安定になり、制御不能

“能動的シミュレーション”の背景

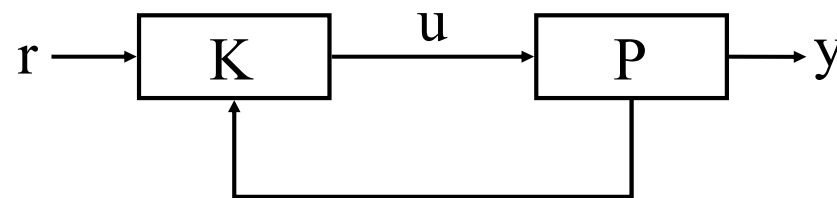
制御システム設計

実際のフィードバック制御系



制御性能向上のために高いゲインを持つ制御器を使うと不安定化

シミュレーション環境

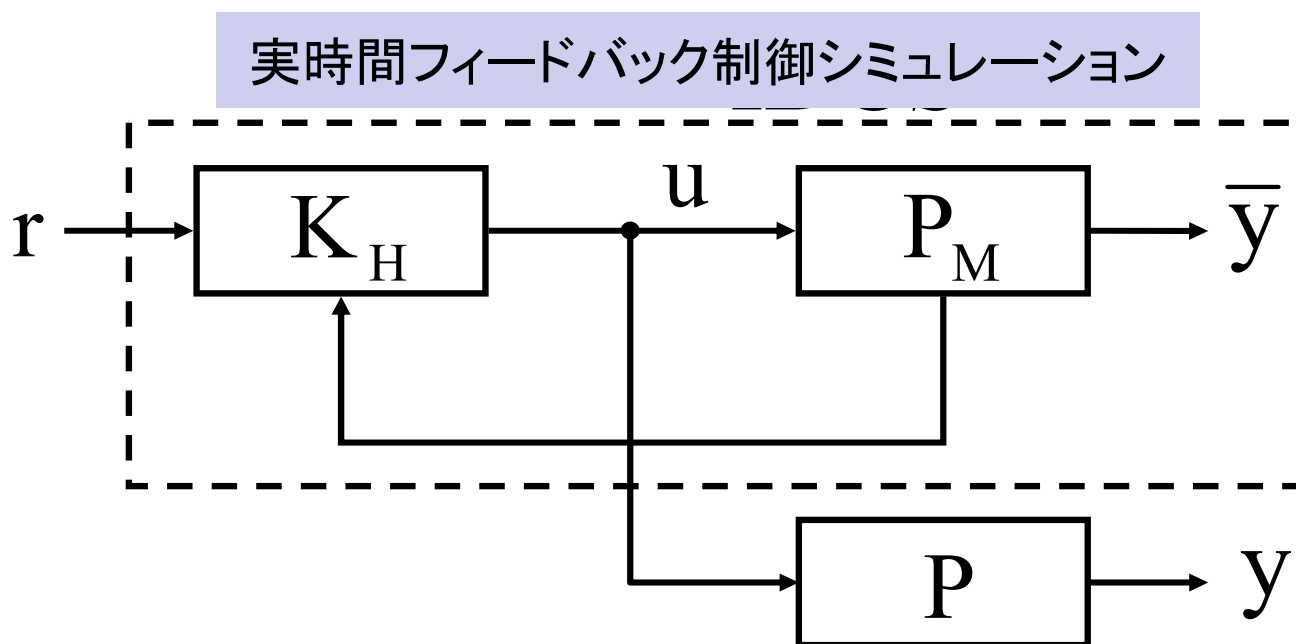


外乱、対象の変動、ノイズなどが存在しない

制御にとって理想的な環境

高いゲインを持つ制御器により優れた制御性能を実現

“能動的シミュレーション”の基本

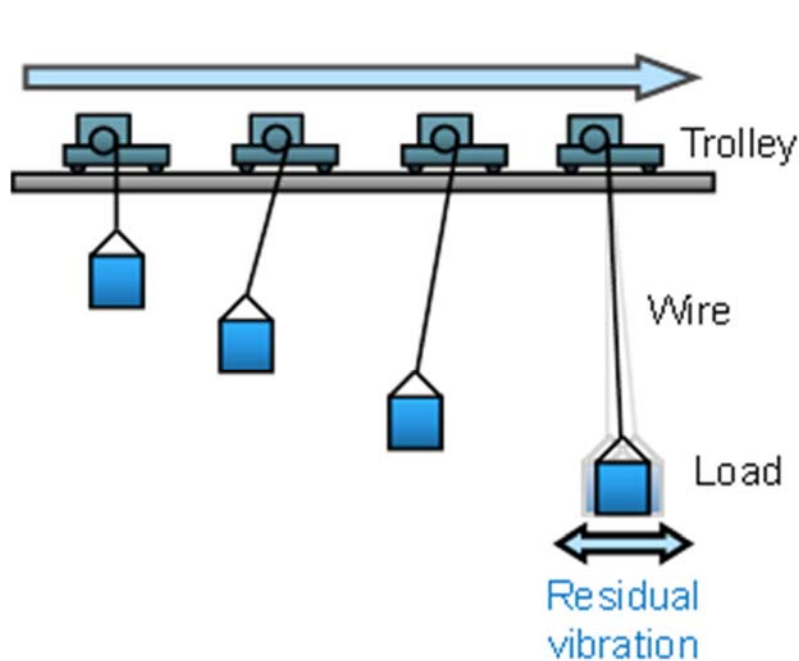


☆ IDCSはフィードフォワード制御器として機能

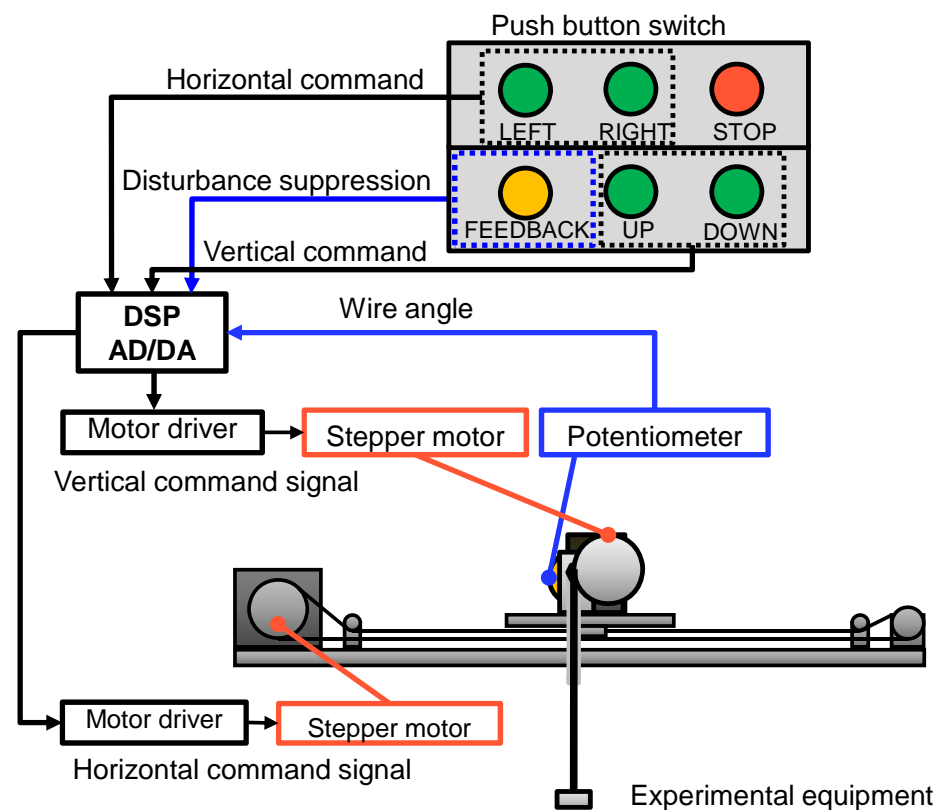
- ◆ 数値シミュレーションで高いゲインの制御器を用いても、不安定化することがない
- ◆ センサーを必要としない



応用例(クレーン)

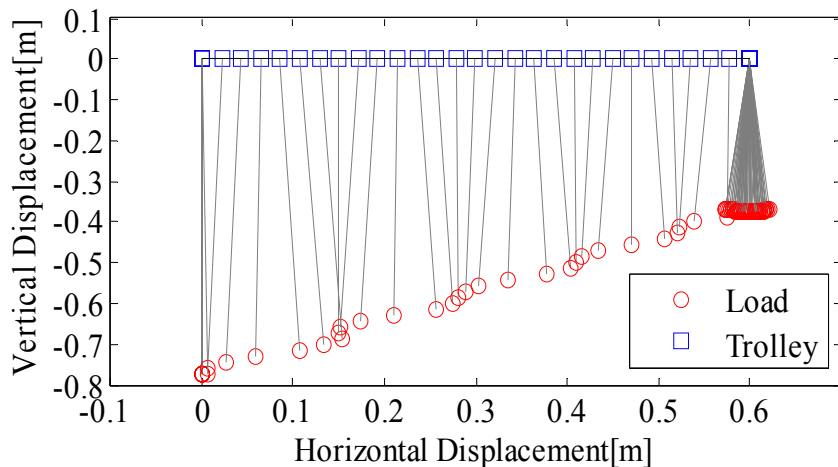


クレーンの荷揺れ問題

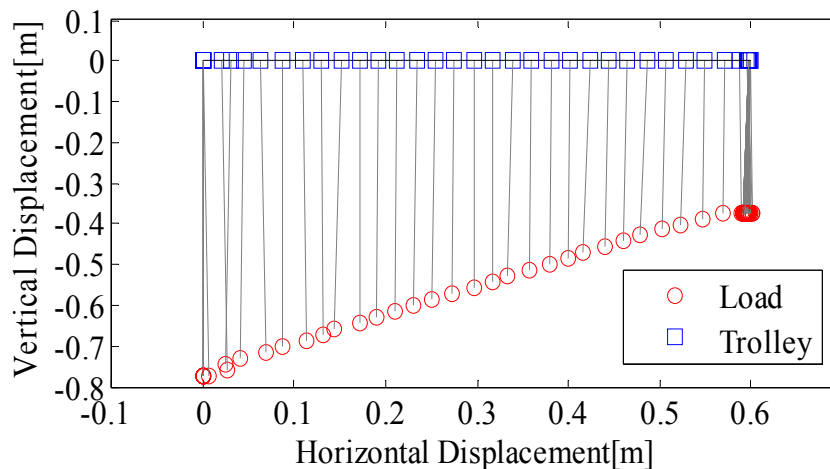


実験装置

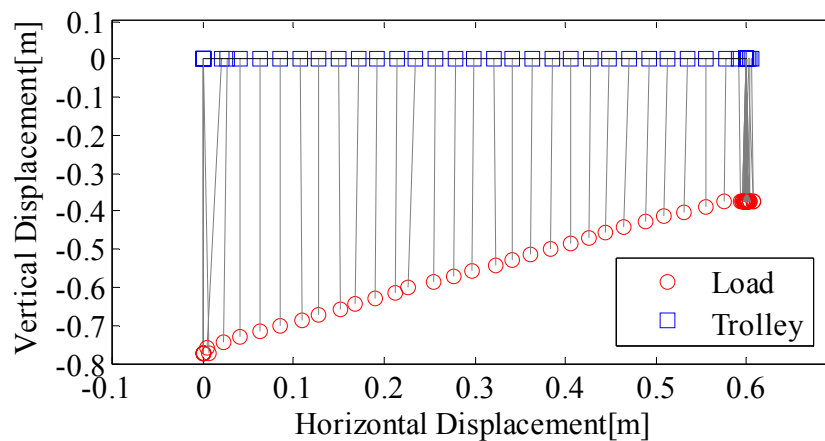
制御実験結果



非制御時

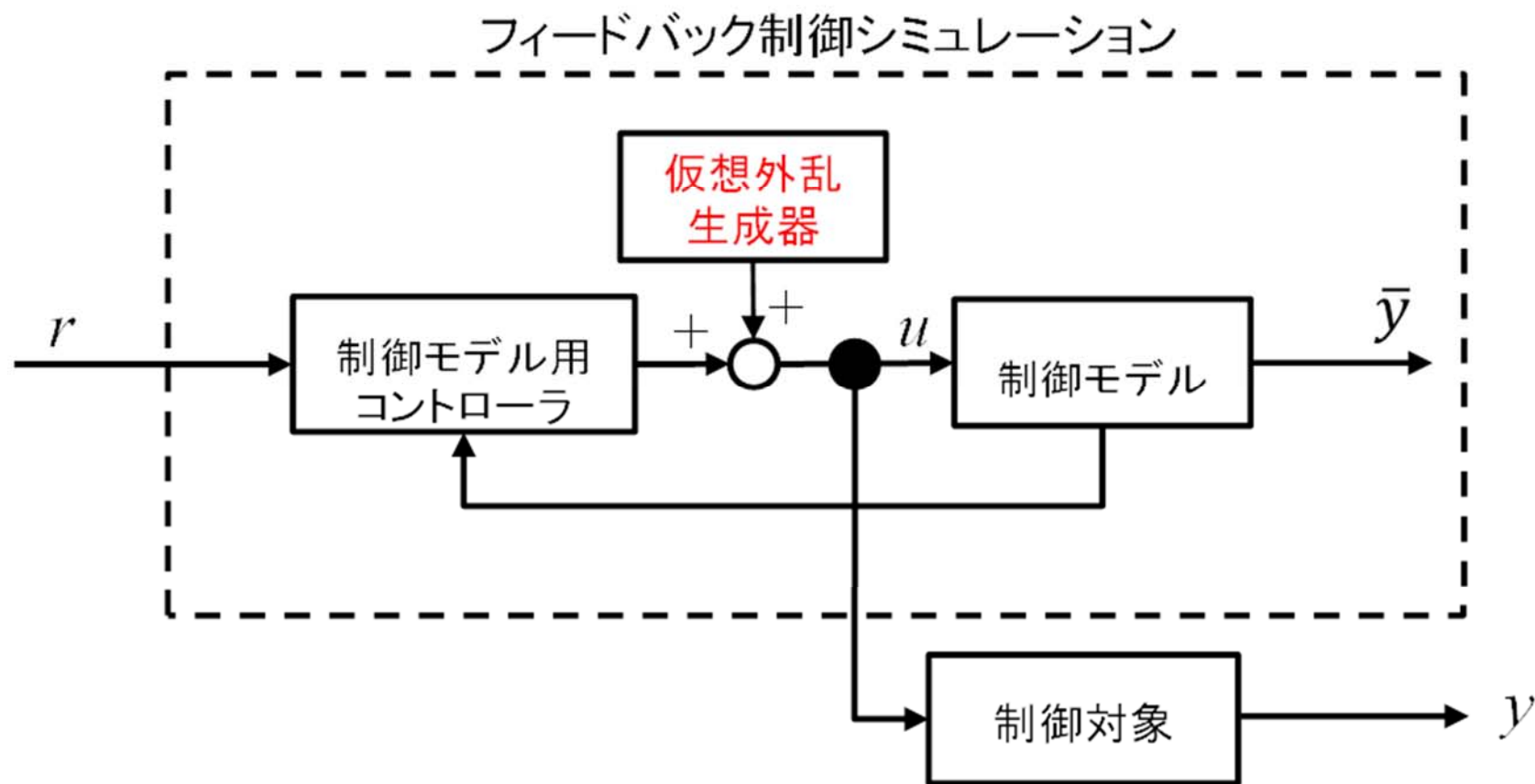


フィードバック制御 (センサー有)

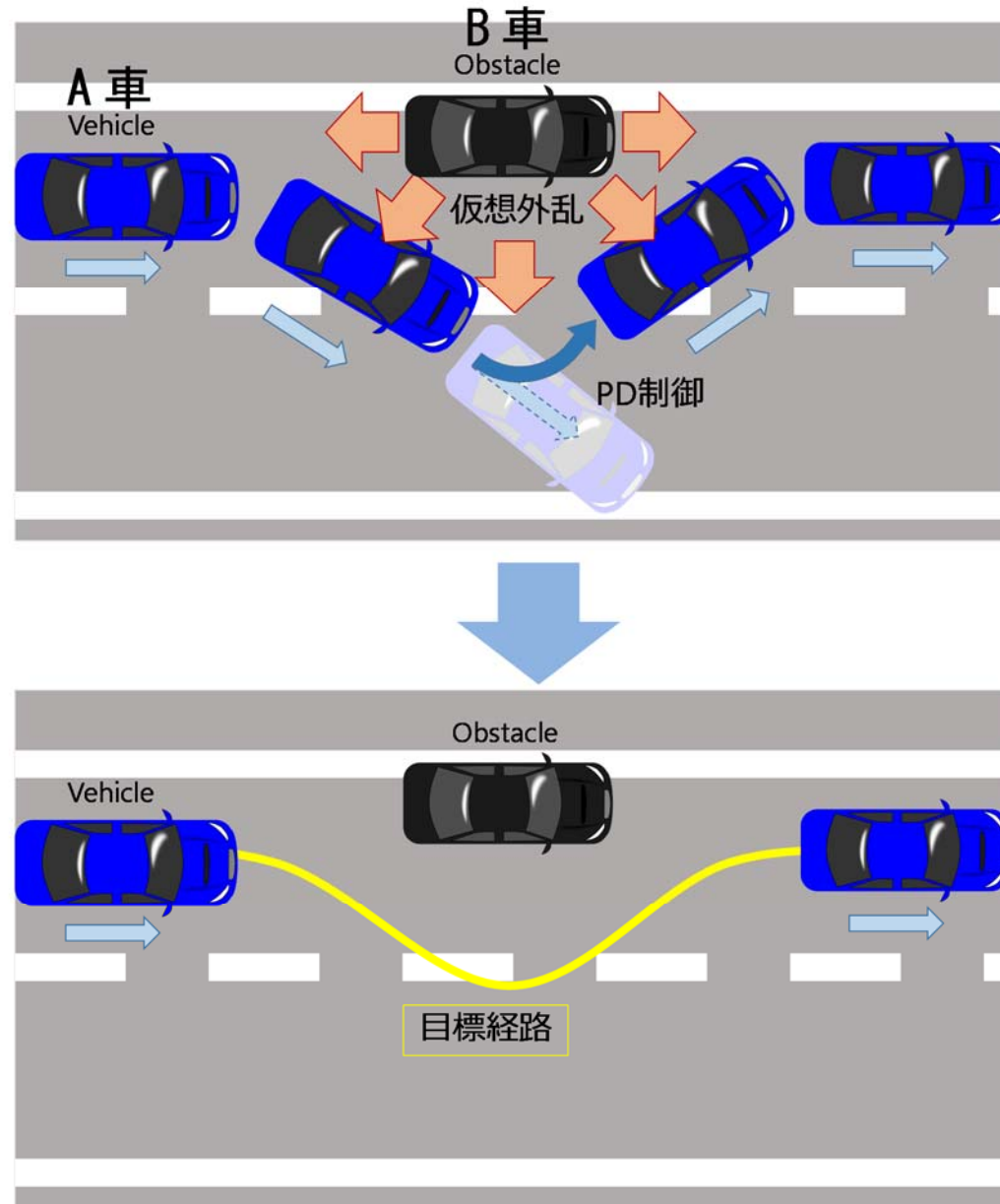


提案手法 (能動的シミュレーション)

仮想外乱を考慮した能動的シミュレーション



応用例： 障害物回避経路生成



従来技術とその問題点

複数の障害物を同時に考慮して、これらを回避する軌道の計算は、多くの分野において重要である。しかし、

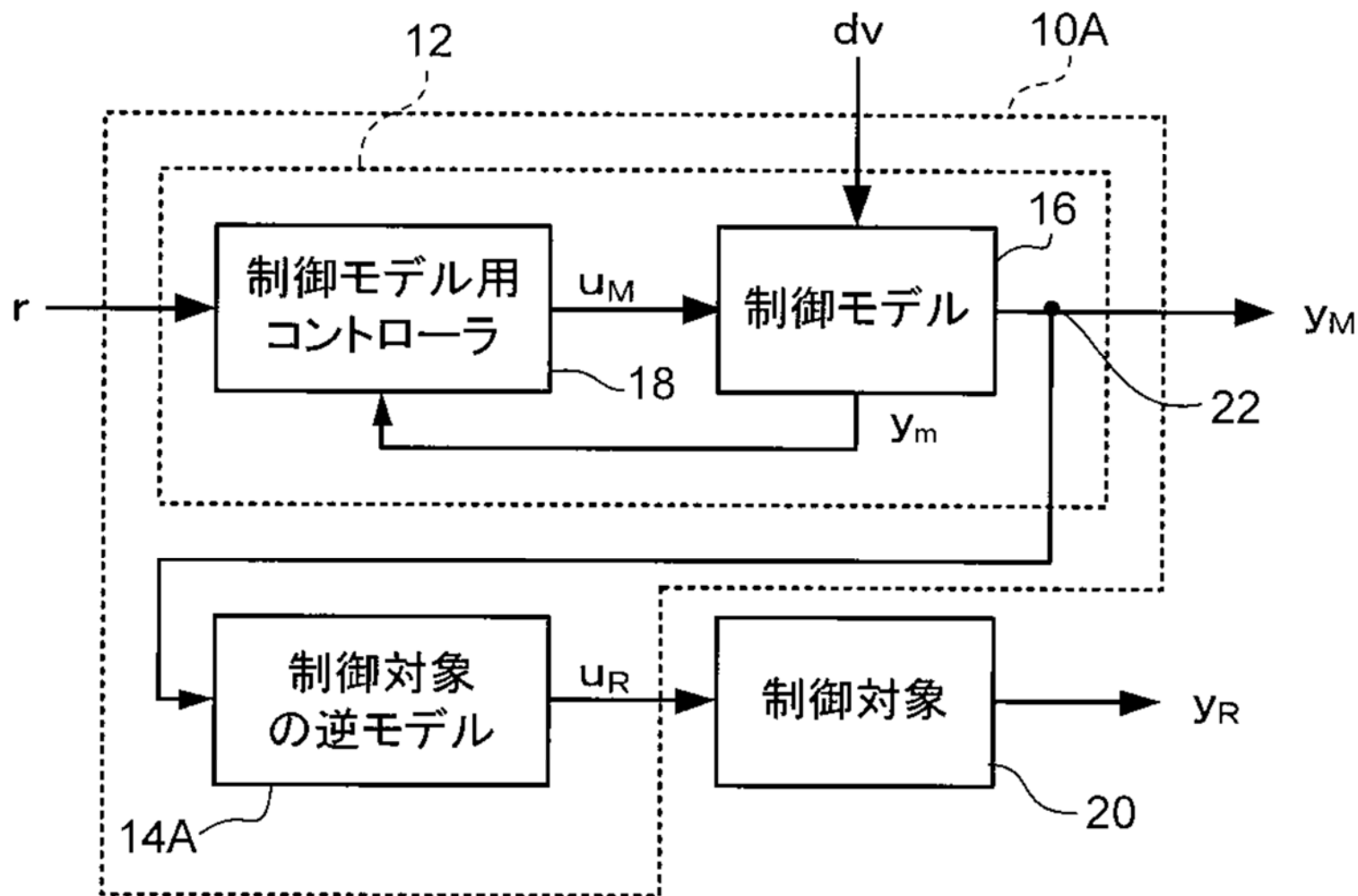
- 1) 繰返し計算などで計算量が膨大となる
- 2) 軌道計算とその制御が分離している

などの問題があり、より実用的な手法が要求されている。

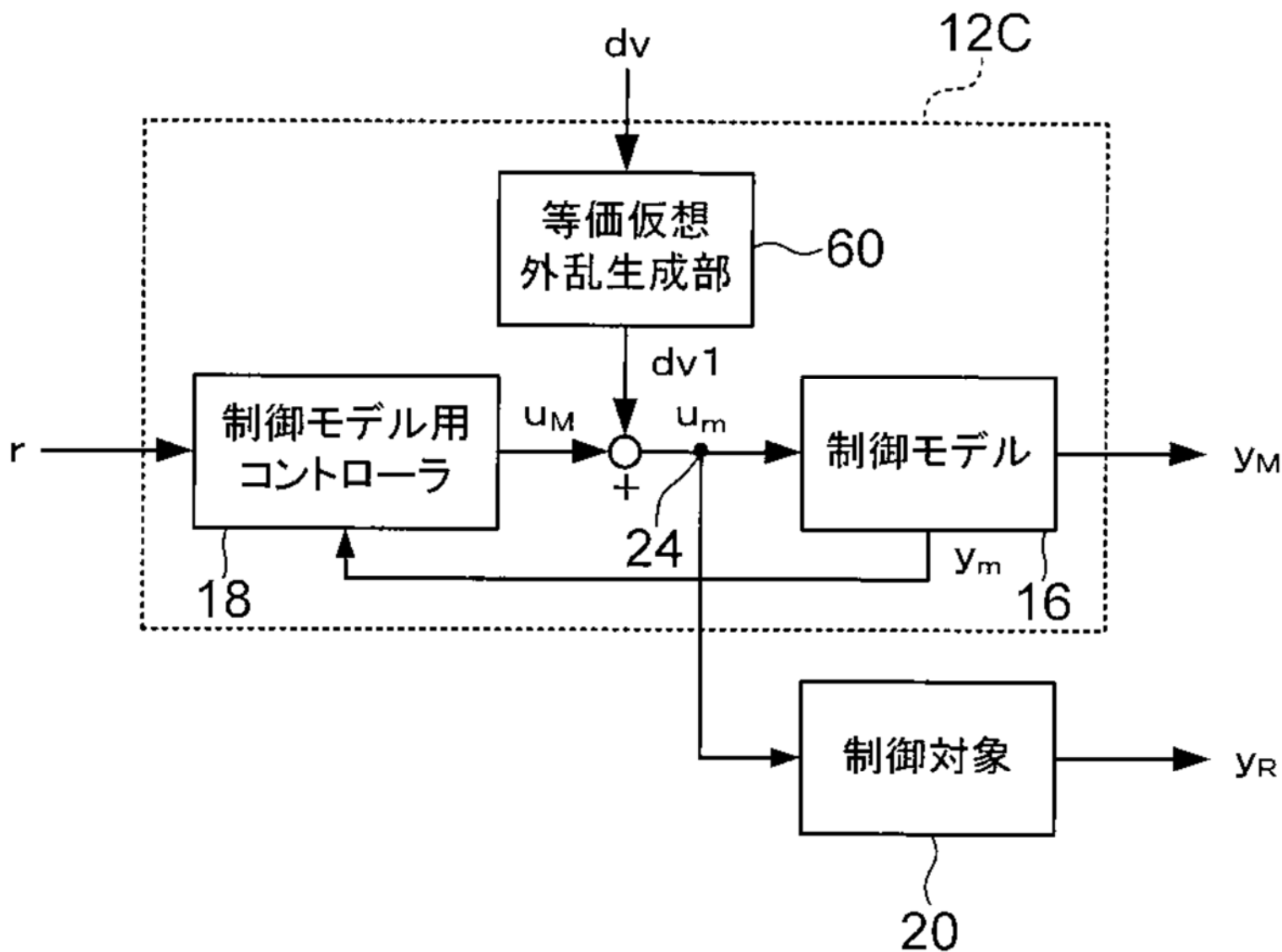
新技術の特徴・従来技術との比較

1. 従来技術の問題点であった、繰り返し計算を必要とせず、また、複数の障害物回避に対応可能。
2. 障害物を回避する軌道だけを計算する従来手法とは異なり、この軌道を実現するための制御入力(操作量)も同時に計算可能。
3. これにより、センサーを必要としない制御が可能。
4. 従来手法では困難であった、制御時のさまざまな制約条件を容易に考慮可能。

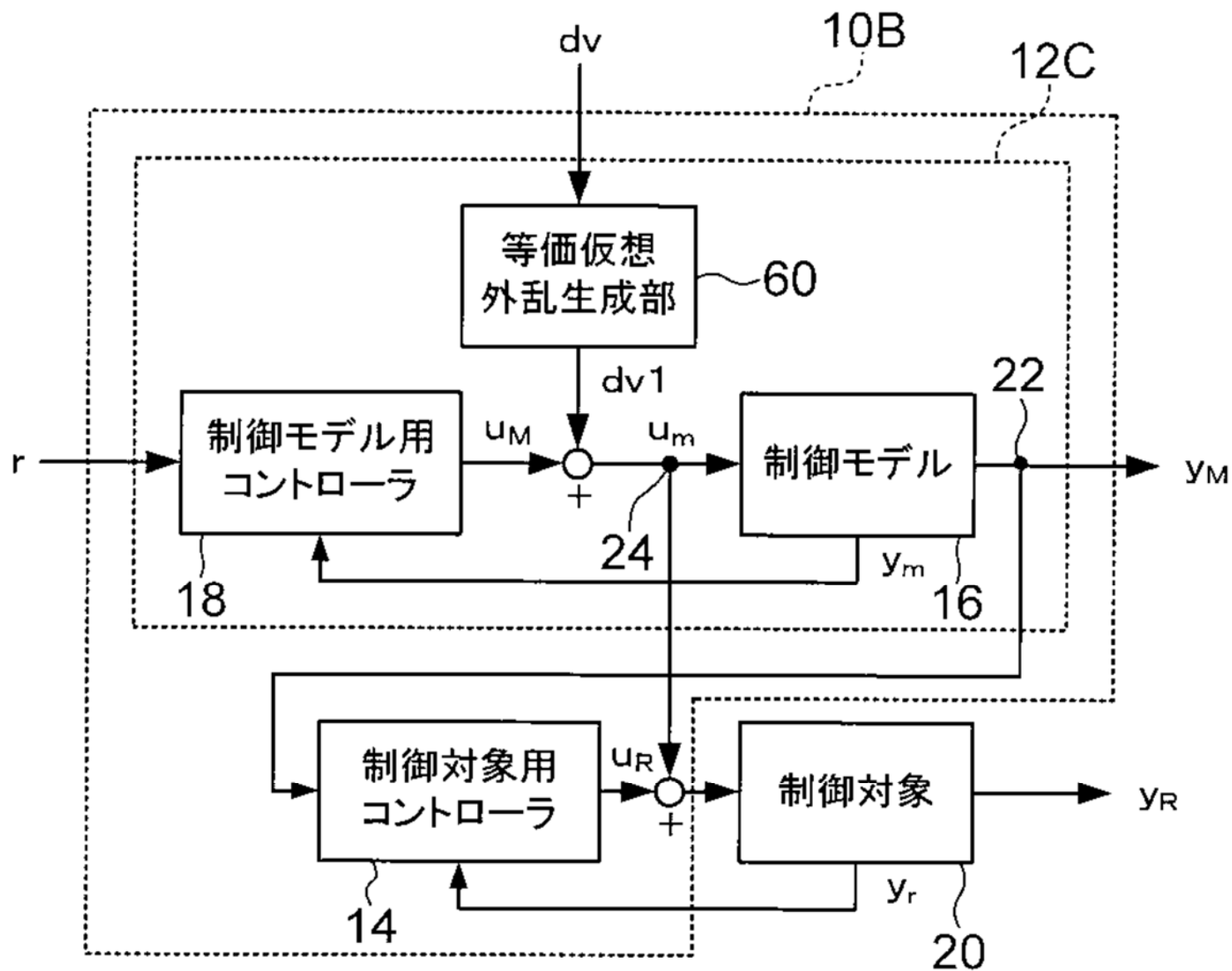
本技術の基本形(A)



操作量の計算(B)



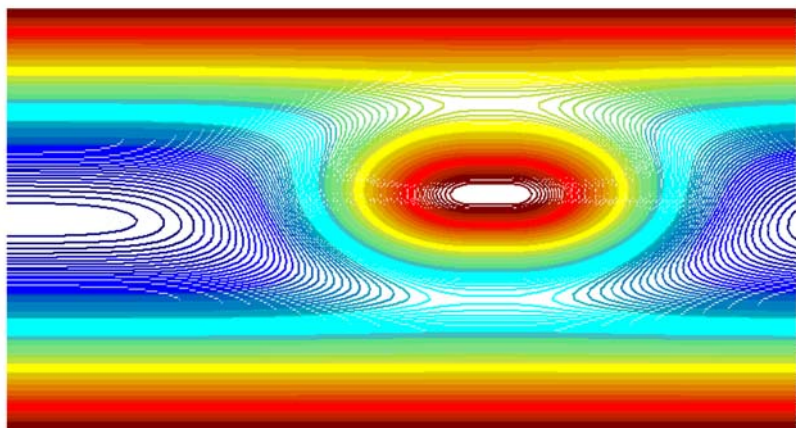
フィードバック制御との併用(C)



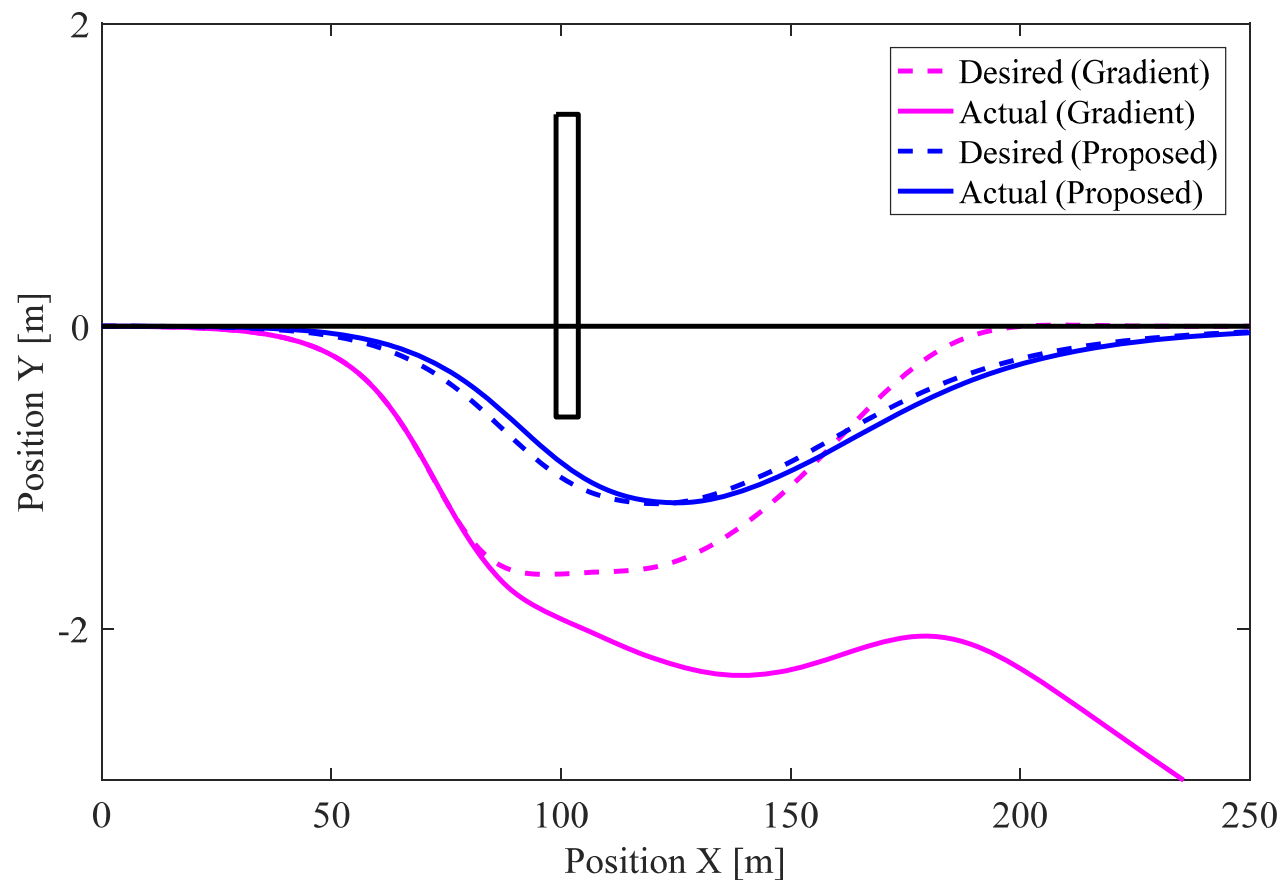
想定される用途

1. 仮想モデルが作成可能なあらゆる制御問題
2. 自動車やドローンの自動運転、あるいは協調作業ロボットの障害物回避経路の生成と制御
3. 農業、医薬、環境問題などのより大規模なシステムへの応用

障害物回避制御（従来法との比較）

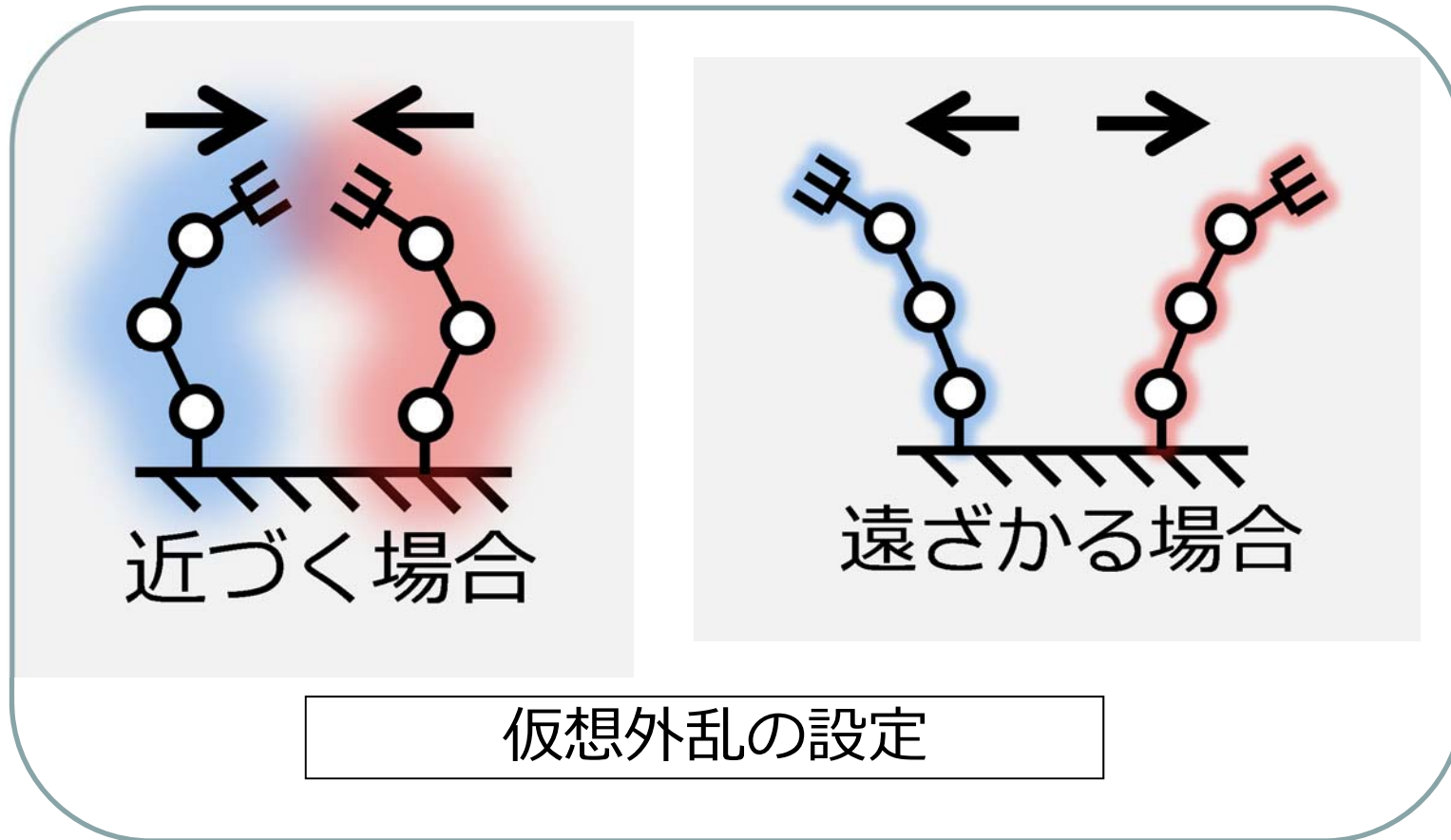


従来手法
(ポテンシャル法)



摩擦の小さな路面での障害物回避

双腕ロボットの衝突回避制御への応用



実用化に向けた課題

- 現在、
 - a. 自動車の自動運転における障害物回避
 - b. 双腕ロボットの衝突回避制御に本手法を適用し、数値シミュレーションおよび簡単な実験において、良好な結果を得ている。今後は、実機において、その有効性を検証する必要がある。
- 仮想外乱モデルと制御パフォーマンスの関係をより明確にしていく。

企業への期待

- 本手法に対する可能性の理解。
- 本手法の適用可能対象に関する示唆（相談）。
- 実機を用いた本手法の検証。
- 本手法を組み込んだ製品の共同開発。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : フィードバック制御シミュレーション装置、制御装置、フィードバック制御シミュレーション方法、及びフィードバック制御シミュレーションプログラム
- 出願番号 : 特許出願済 未公開
- 出願人 : 国立大学法人東京農工大学
- 発明者 : 田川泰敬

産学連携の経歴

- 2006年-2007年 JST産学共同
シーズイノベーション化事業に採択
- 2011年-2015年 いすゞ中央研究所と共同研究実施
- 2014年-2016年 防災科学技術研究所と共同研究実施
- 2014年- 工場設備への適用について民間企業
と共同研究実施

お問い合わせ先

東京農工大学

先端産学連携研究推進センター

産学連携担当

T E L 042—388—7550

F A X 042—388—7553

e-mail suishin@ml.tuat.ac.jp