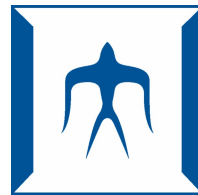


実践！ロボット教育・研究フォーラム

モバイル倒立振子e-nuvo WHEEL  
を用いた協調制御



東京工業大学 畑中 健志

2009年7月22日

先端技術館 TEPIA



## 略歴

Tokyo Institute of Technology

- 1998 – 2002 京都大学工学部情報学科**数理工学コース**
- 2002 – 2004 京都大学大学院情報学研究科**数理工学専攻**  
修士課程制御システム論分野研究室
- 2004 – 2007 京都大学大学院情報学研究科**数理工学専攻**  
博士後期課程制御システム論分野研究室
- 2007 – 東京工業大学機械制御システム専攻  
知能ロボット講座藤田研究室助教

数理工学専攻 → 実験は(ほぼ)無関心

(機械制御システム専攻 → ロボコンが有名)

**初期状態: ノギスって何ですか? ボール盤??**

(少なくとも僕は)無知状態から始まった実験システム  
ですので暖かい目で見てください



# e-nuvo WHEELの活用

Tokyo Institute of Technology



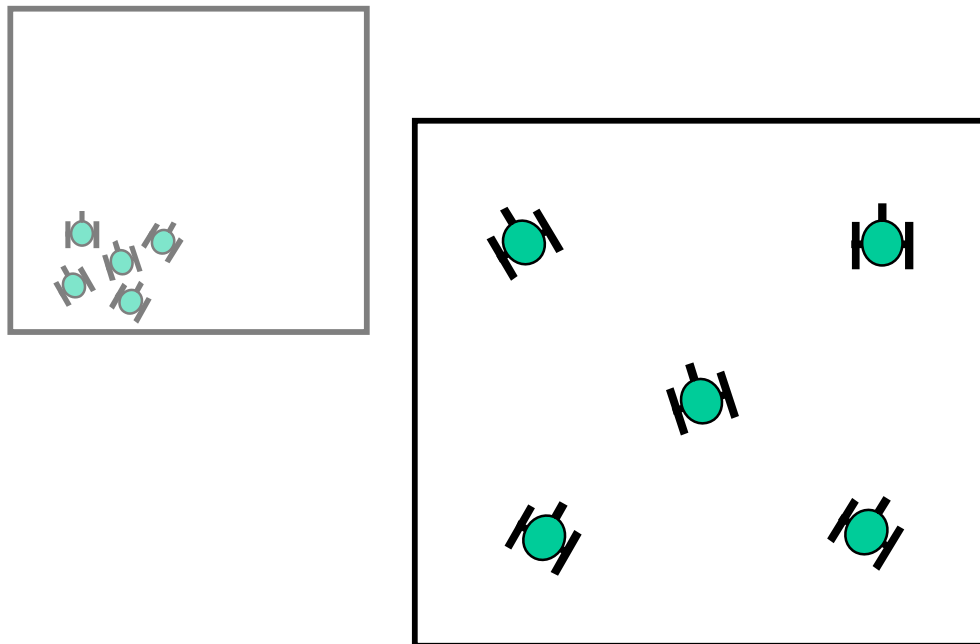
先端の研究テーマに対するe-nuvo WHEELの利用状況  
と実験システムの構成を紹介する



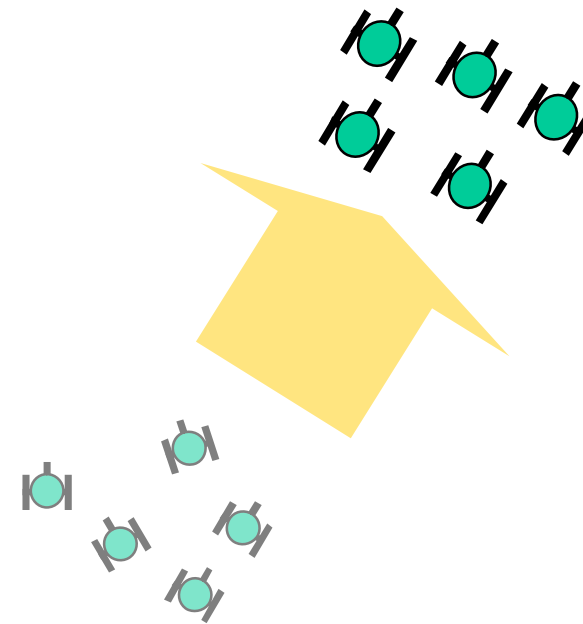
## 協調制御

ネットワークで繋がれた複数のロボットに協調・協力させることで集団として1つの目的を達成する

### 分散配置問題



### 位置姿勢同期問題

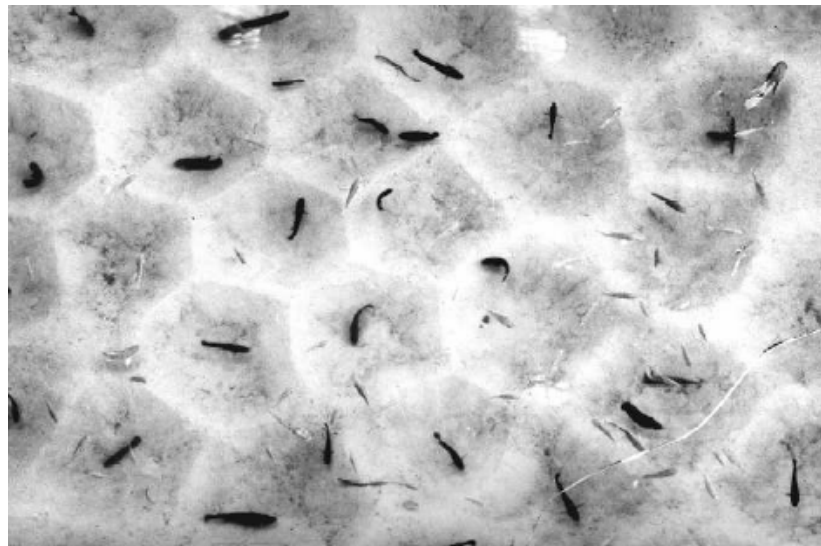




## 協調制御

ネットワークで繋がれた複数のロボットに協調・協力させることで集団として1つの目的を達成する

## 自然界の協調行動



ティラピアの縄張り

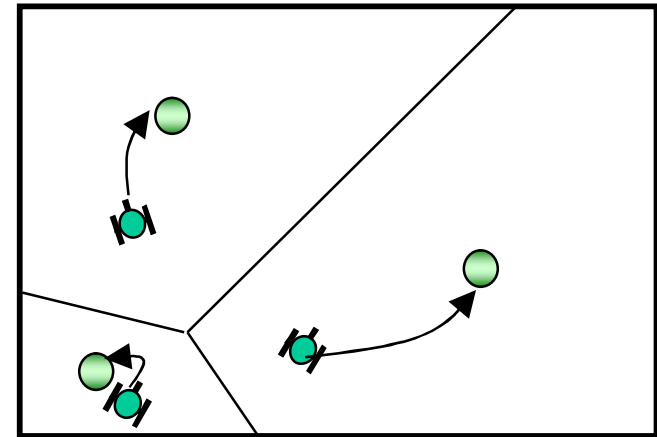


鳥の協調行動(集団飛翔)



## 被覆制御アルゴリズム

Voronoi領域: 他どのロボットよりも自分が一番近いという点の集合(担当領域, 縄張り)

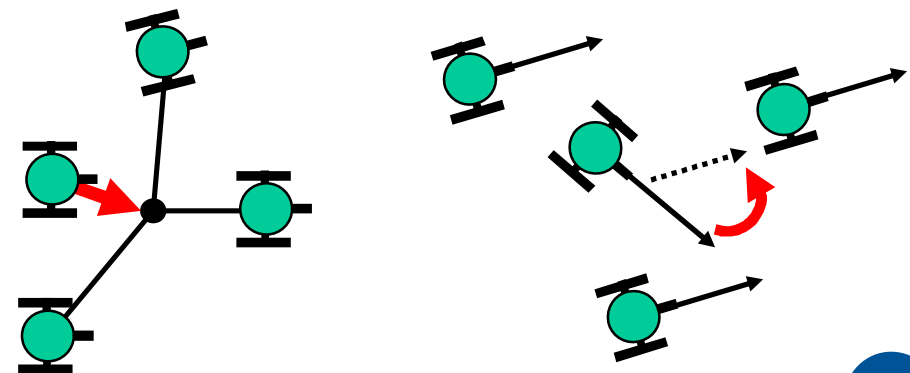


## Lloyd Algorithm

- 各ロボットが近傍に自分の位置を送信
- 自身のVoronoi領域およびその面積と重心を計算
- ロボットを重心に向かわせる

## 位置姿勢同期制御

位置, 姿勢ともに近傍との平均値に向かわせる

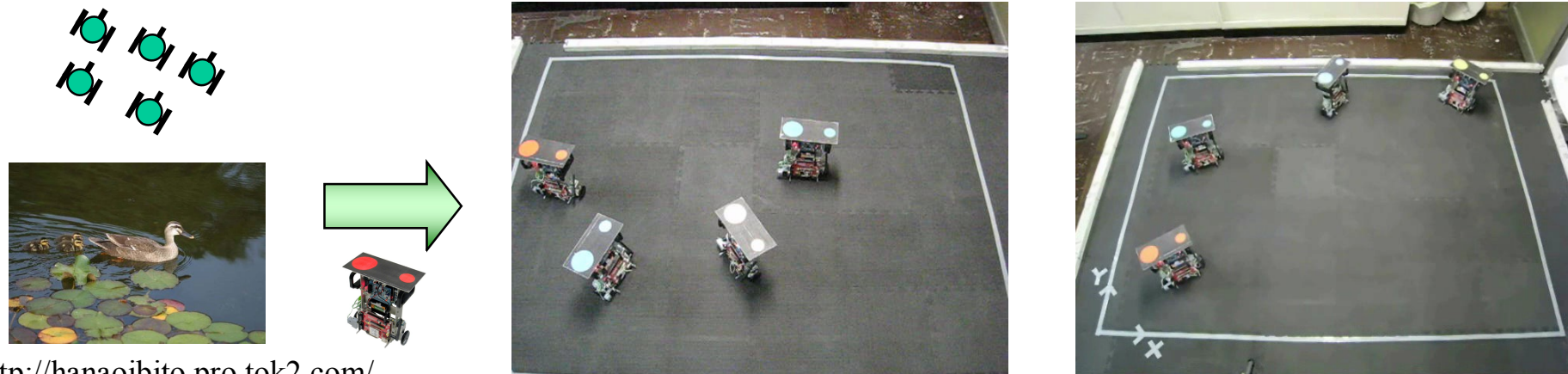
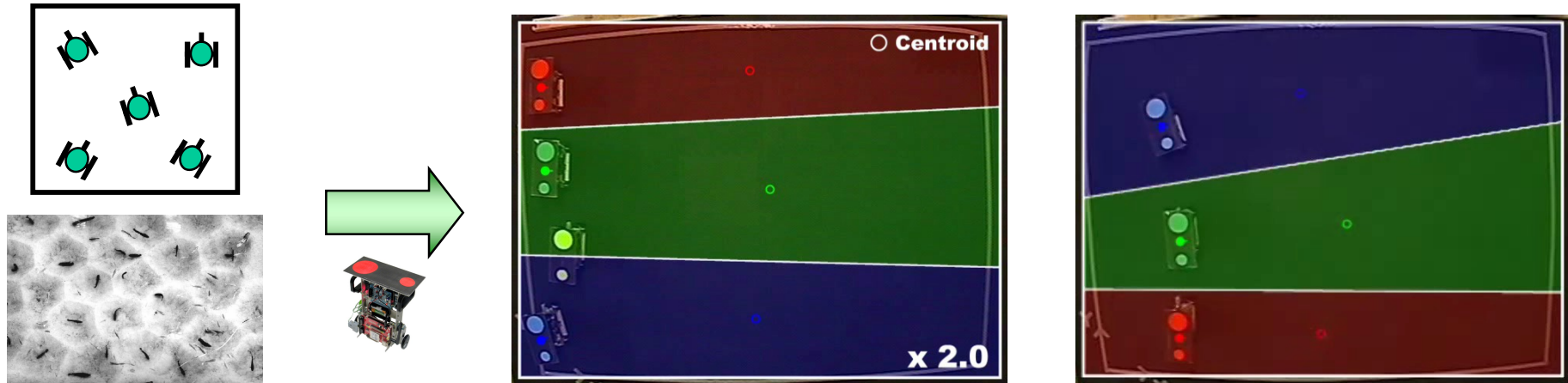




# モバイル倒立振子の協調制御

Tokyo Institute of Technology

これらの協調行動をe-nuvo WHEELで実現してみると・・・



<http://hanaoibito.pro.tok2.com/>

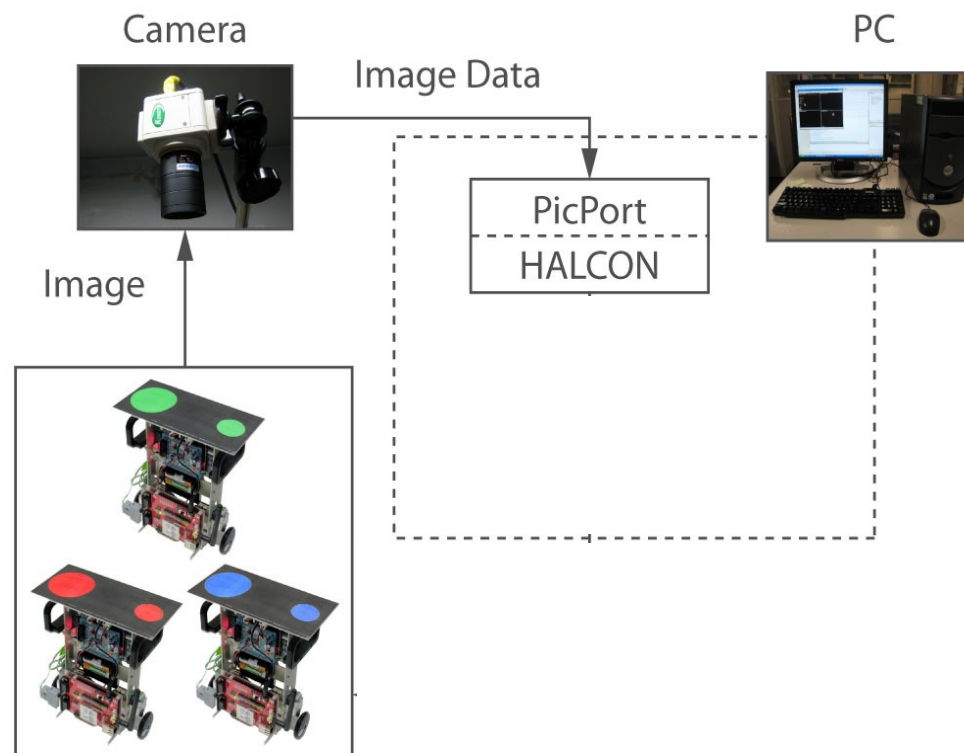
倒立させる場合との違い: 情報の計測と通信



## 過去の研究室の計測システムを援用

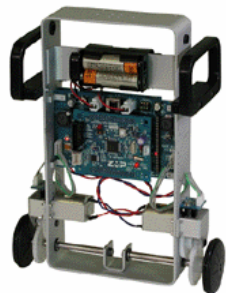


Mini-z  
(京商)



計算した制御入力を各ロボットに送る??

当然, デフォルトでは通信機器なし  
ZMP担当者の方(当時)にWiport  
(LANTRONIX)を紹介される

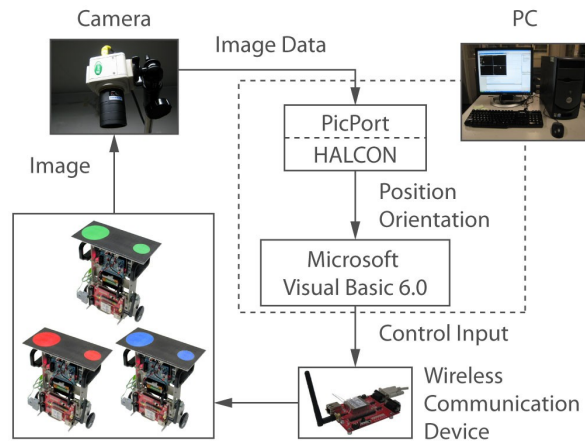






# 実験システムの改良

Tokyo Institute of Technology

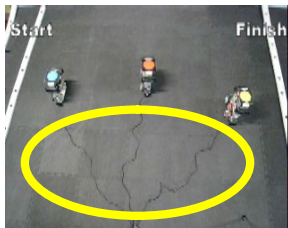


Tokyo Institute of Technology

Dept. of Control & Systems Engineering

Fujita Lab.

(by David Asikin)

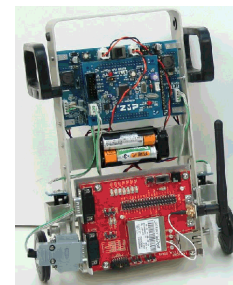


無線通信なのに  
電源コード！ → 無線化

電流が足りない → 電池増設

安定性・デザイン性を  
加味して現在の形に

最後にソフト面の改良

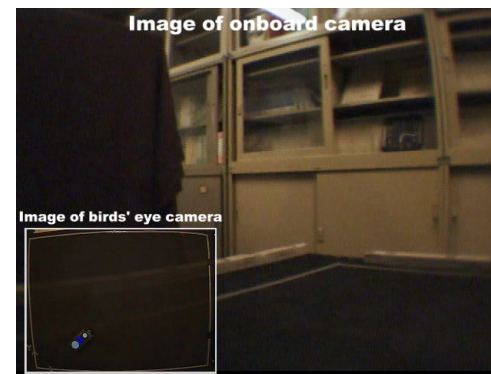
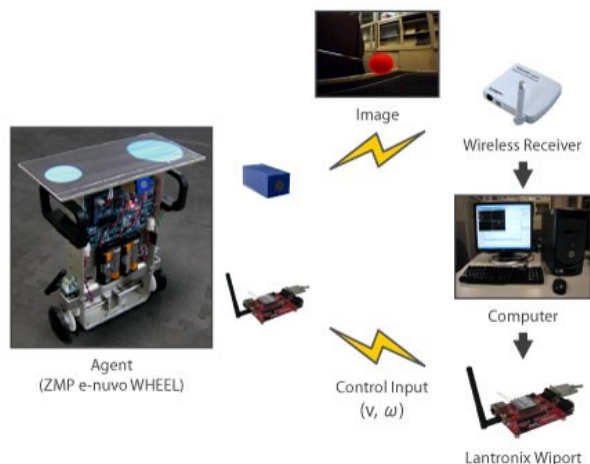


(by 伊吹 竜也)



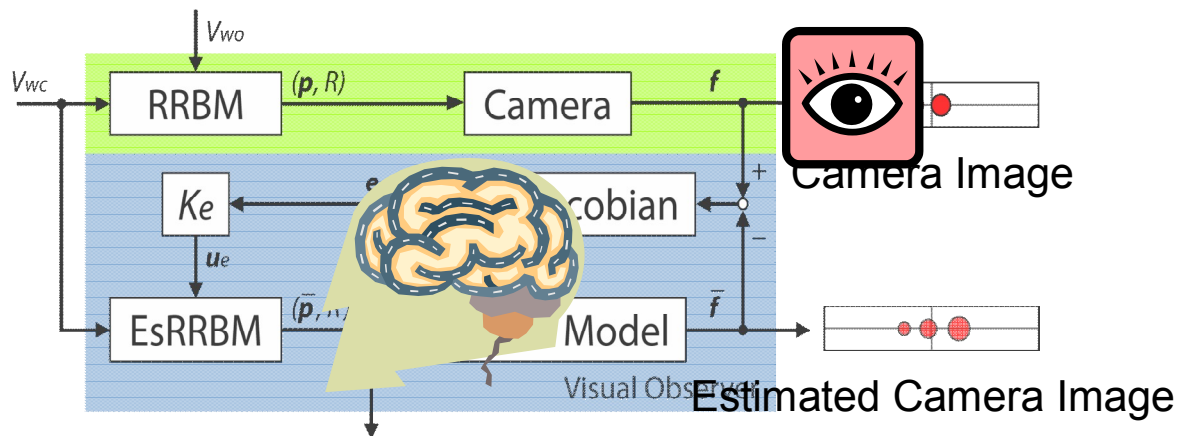
# 無線カメラの搭載

## 協調制御のいくつかは天井カメラやGPSを前提としない

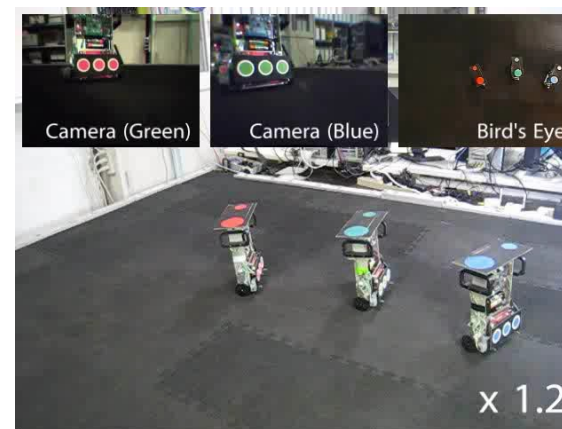


(by 後藤 高英)

## ビジュアルオブザーバ



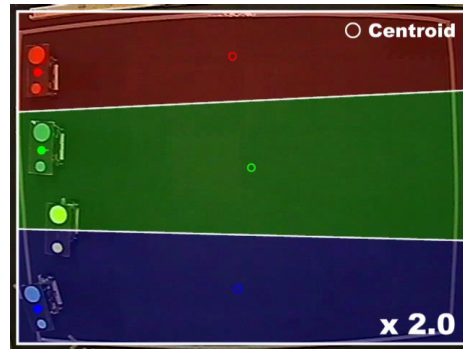
### 視覚情報から脳内の3次元モデルを修正





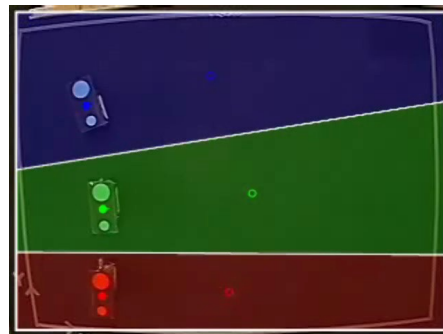
# 実験をして何かいいことがあるか？

Tokyo Institute of Technology

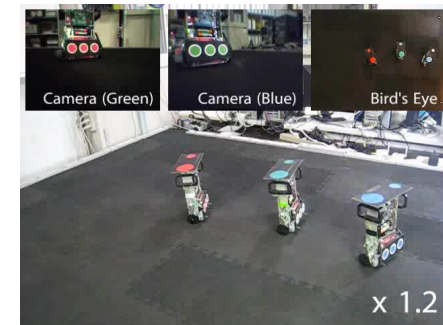


**“Geometry, Optimization and Control in Robot Coordination,”  
Plenary Talk in the 3rd IEEE  
Multi-conference on Systems and Control, 2009**

**Francesco Bullo** (University of California, Santa Barbara)



**Jeff Moehlis** (University of California, Santa Barbara)



**Mark W. Spong** (University of Texas at Dallas )



# Acknowledgement

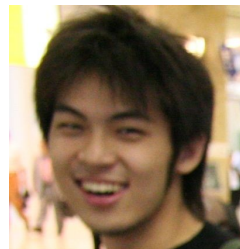
Tokyo Institute of Technology



藤田政之教授



元ZMP川本様



David Asikin



伊吹竜也



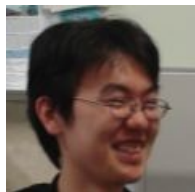
森岡博史



後藤高英



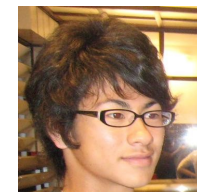
西敬之



五十嵐裕司

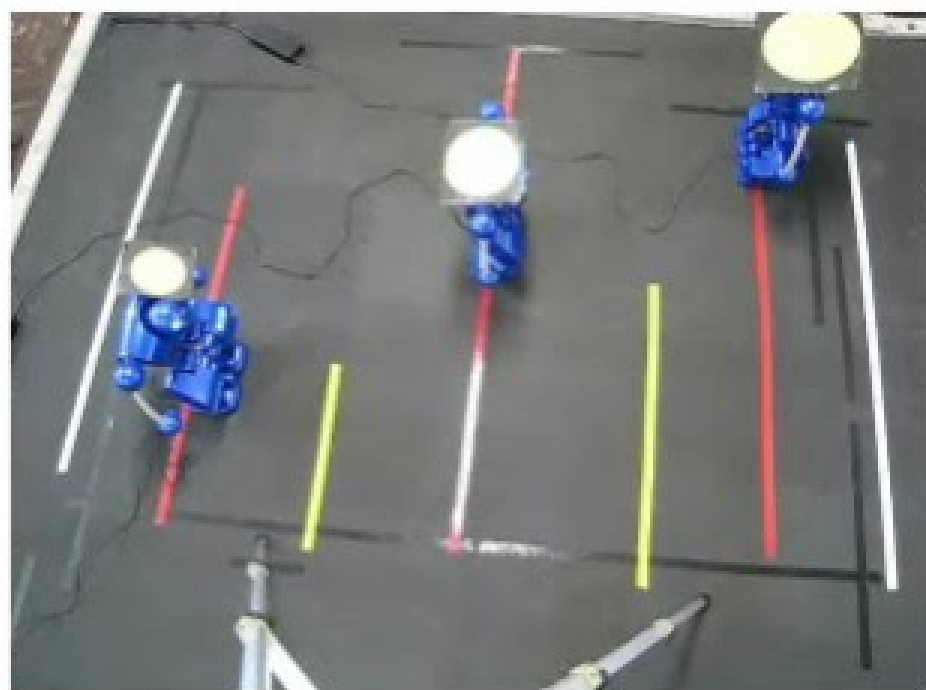


小林尚斗



伊藤広矩

ご静聴ありがとうございました



**nuvo**による被覆制御実験