

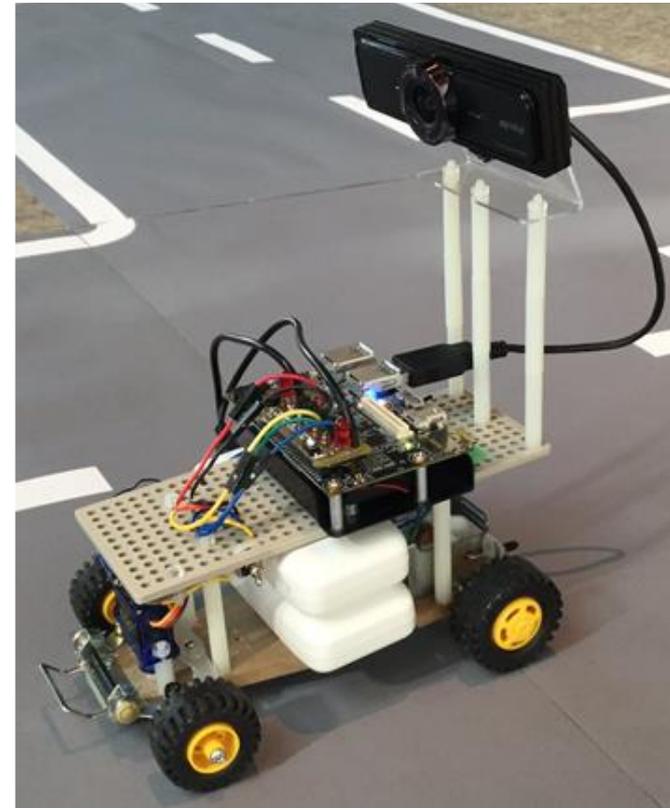
# 設計コンテストの教材への応用

児島彰

広島市立大学

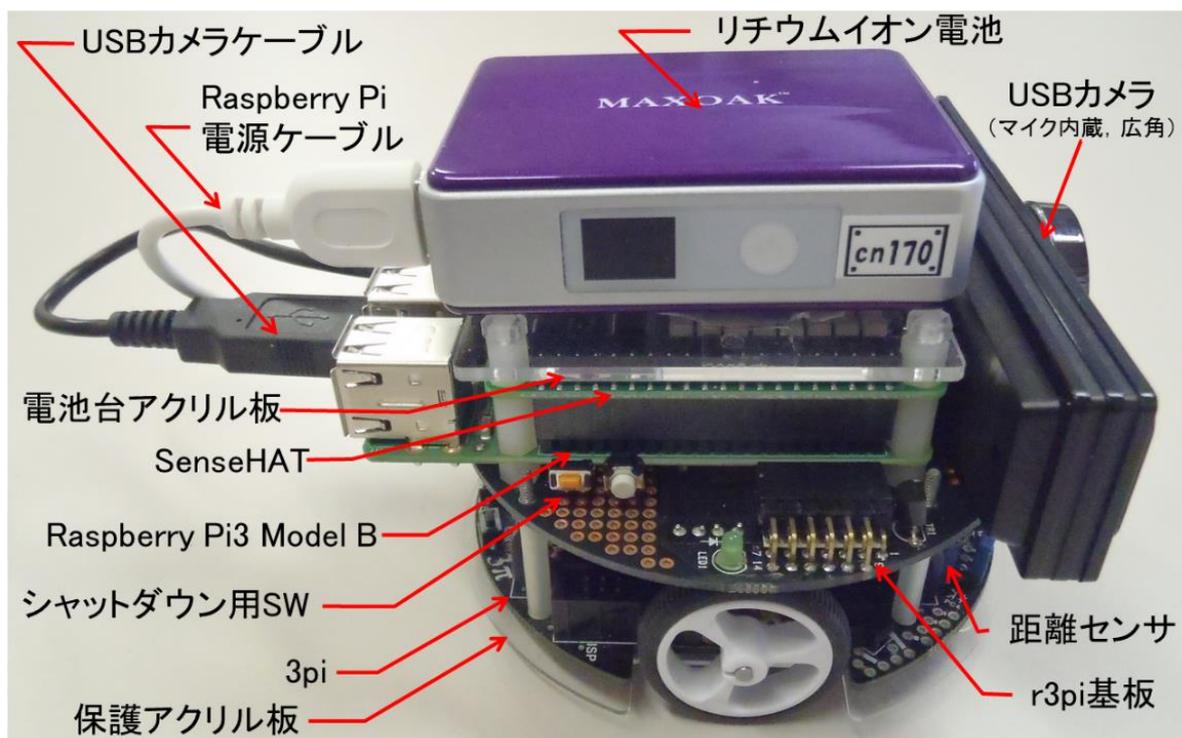
# はじめに

- 自動運転の設計コンテストの成果を，授業や講習会の教材や研究への活用・応用を紹介
- 学部3年生の学生実験
- 社会人向け講習会
- 学生の研究
- これまでの取り組み



# 学部3年生の学生実験

- 学生が約60名(+α)で計算機もある実験室で実施中
- Raspberry Pi搭載のロボットカーを1人1台で実験中
  - 筐体のサイズ: 9cm×10cm×8.5cm
- 新規課題として自動運転コースの走行を導入検討
  - 広いコースは使用できない→縮小サイズのコースを検討



# 新型カメラ設置でのテスト



1/2.4サイズのコース



コース走行のテスト(外周のみ)

180cm x 90 cm コンパネサイズのコースを検討中

# 実験カリキュラム (平成29~31年度実施)

## 前期半年

- mbedでのプログラム開発 (クラウド型開発環境,C++)
- センサの操作
- ロボットカーの操作(ライントレース)
- ネットワーク・プログラミング (TCP/UDP/無線LAN)
- ロボットカーとAndroid端末との通信 (単方向/双方向)
- Android端末を使ったリモコンの作成 (Java,センサグラフ表示)
- コンテスト(個人戦コンテスト)

前期：(90分×3限)×15週間

## 後期半年

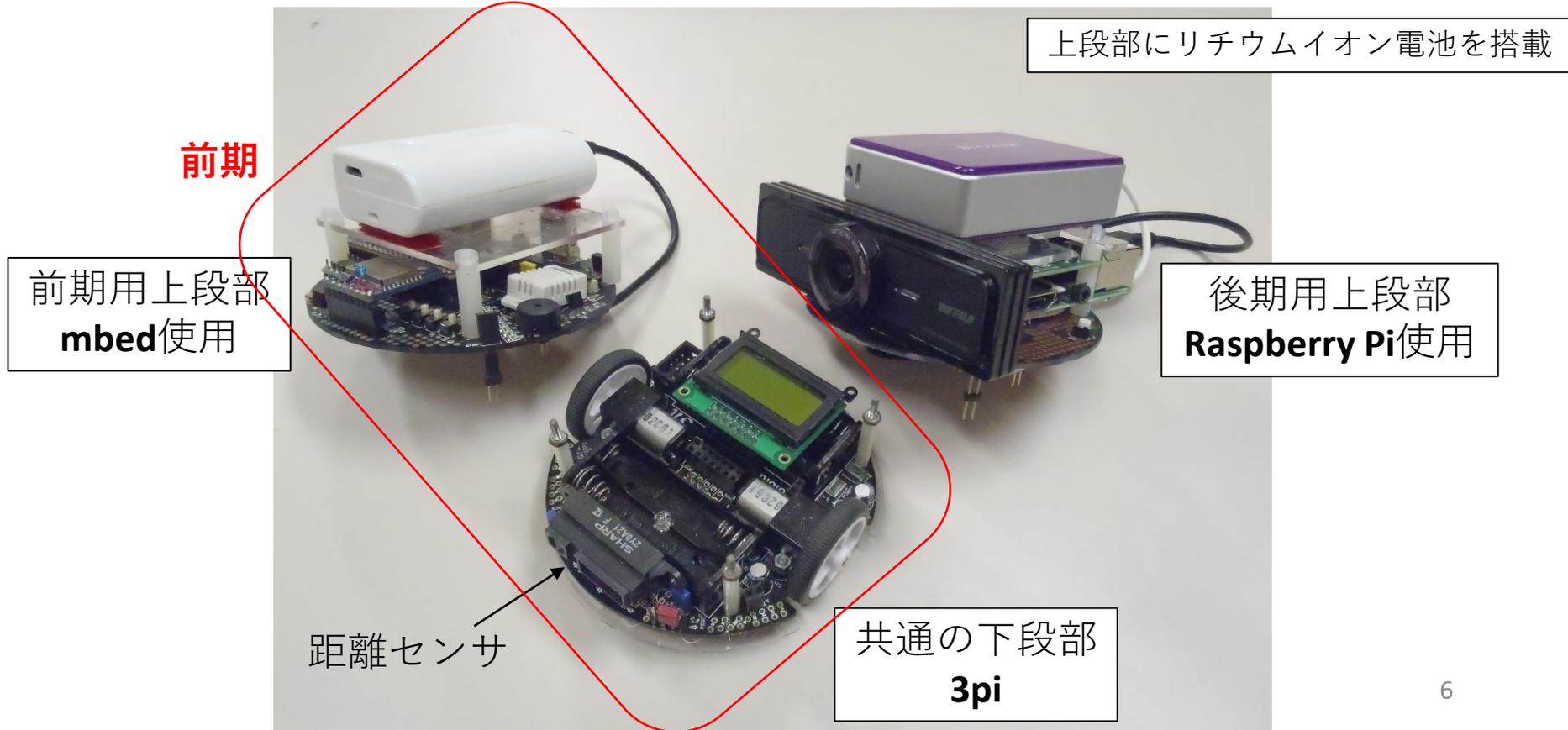
- Raspberry Piでのプログラム開発 (Linux開発環境,Python)
- カメラを使った画像処理, 画像認識 (OpenCV)
- Android端末リモコンへのカメラ画像の送信 (動画)
- マイクを使った音声処理 (FFT)
- カメラを使った自動運転
- 設計手法 (UML)
- プレゼンテーション
- コンテスト(グループ戦コンテスト)

後期：(90分×3限)×15週間

毎回の演習課題とレポート提出, 実験延長は19:00まで(最大約1時間のみ)

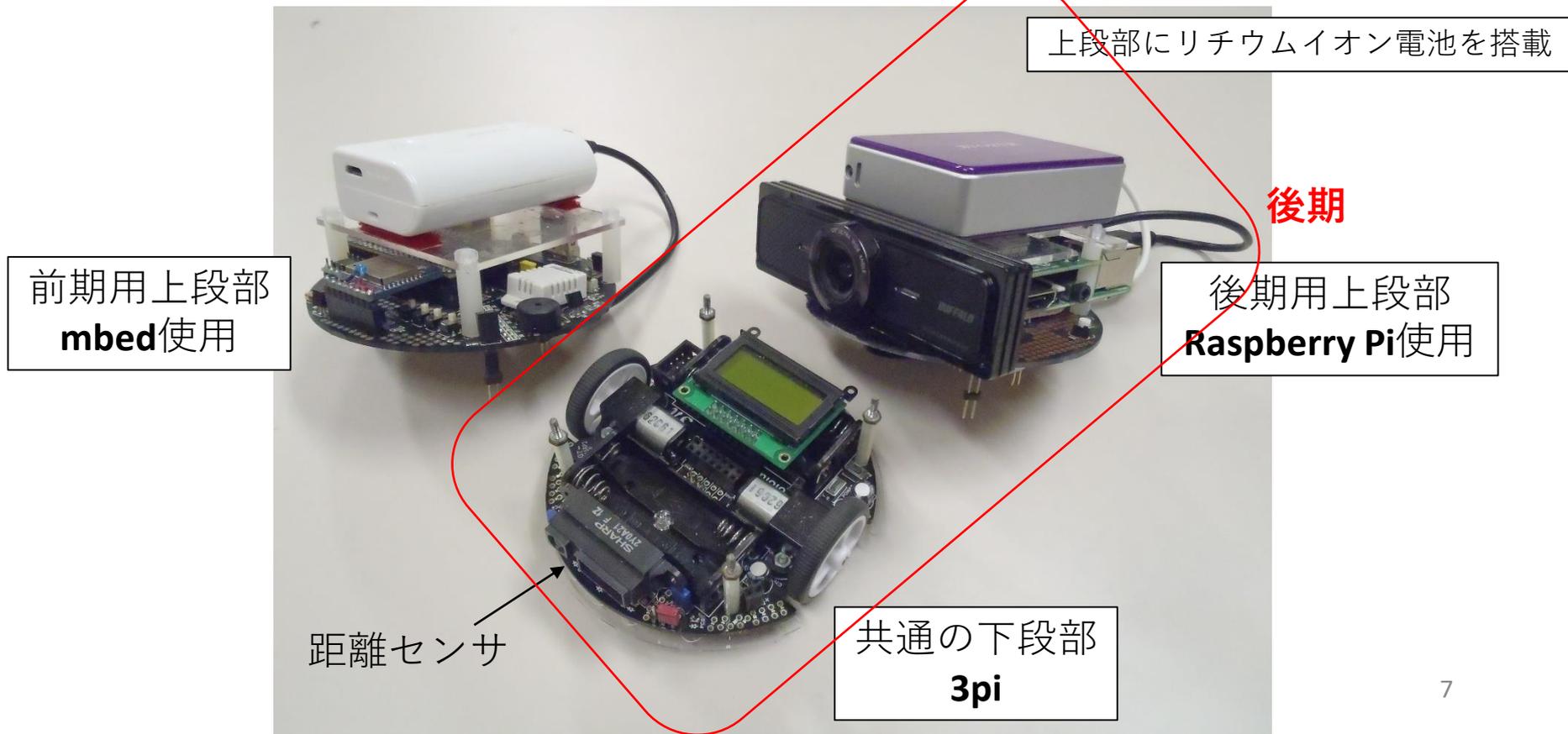
# 共通の下段部3piと上段部 (メイン制御部)

- 既製品の3piを下段部に使う，上段部は交換可能
  - ラインセンサあり，距離センサを追加
  - 上段部→下段部：シリアル通信で制御 (シリアルコマンド)

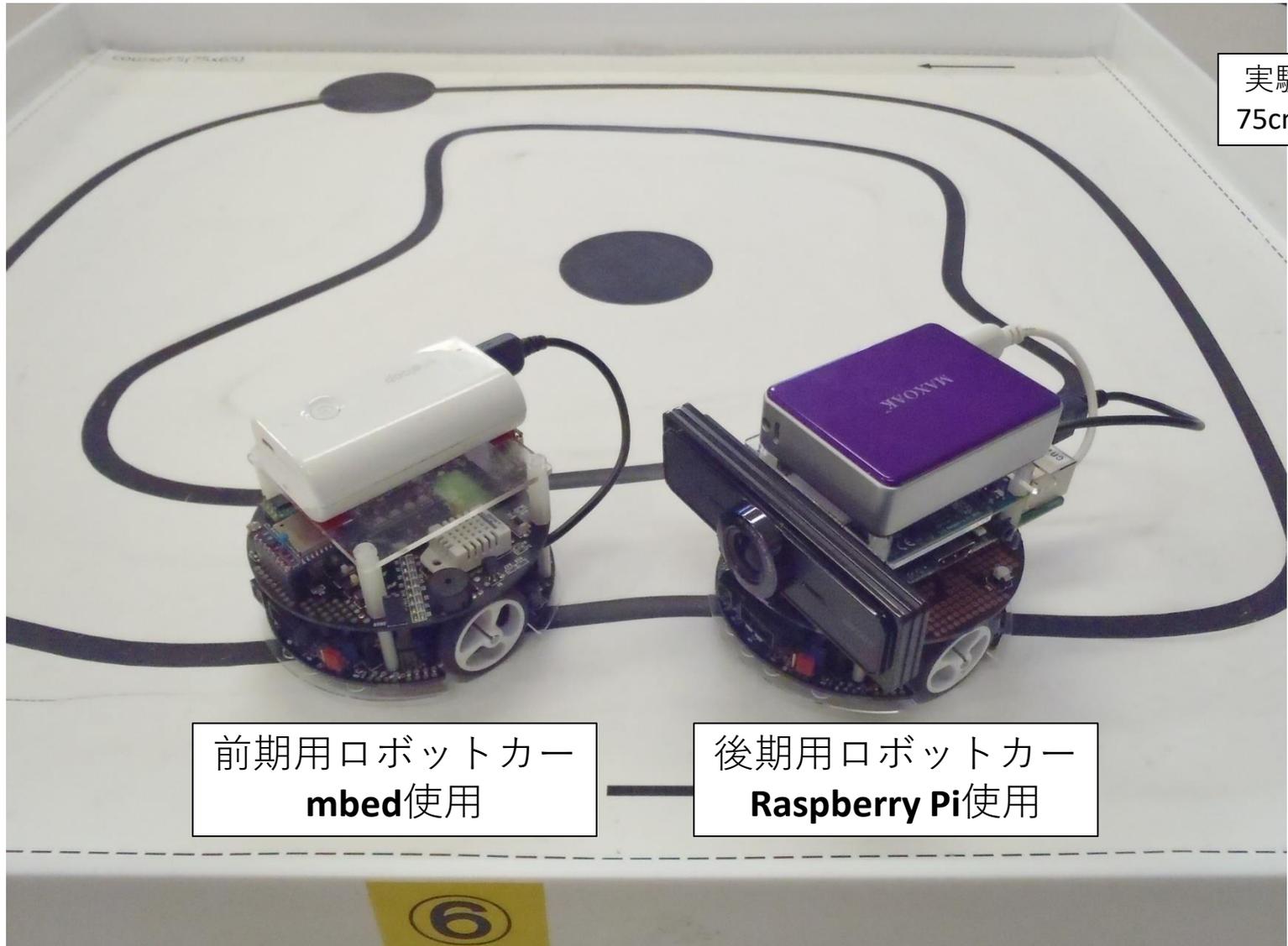


# 共通の下段部3piと上段部 (メイン制御部)

- 既製品の3piを下段部に使う，上段部は交換可能
  - ラインセンサあり，距離センサを追加
  - 上段部→下段部：シリアル通信で制御 (シリアルコマンド)



# 前期用ロボットと後期用ロボット

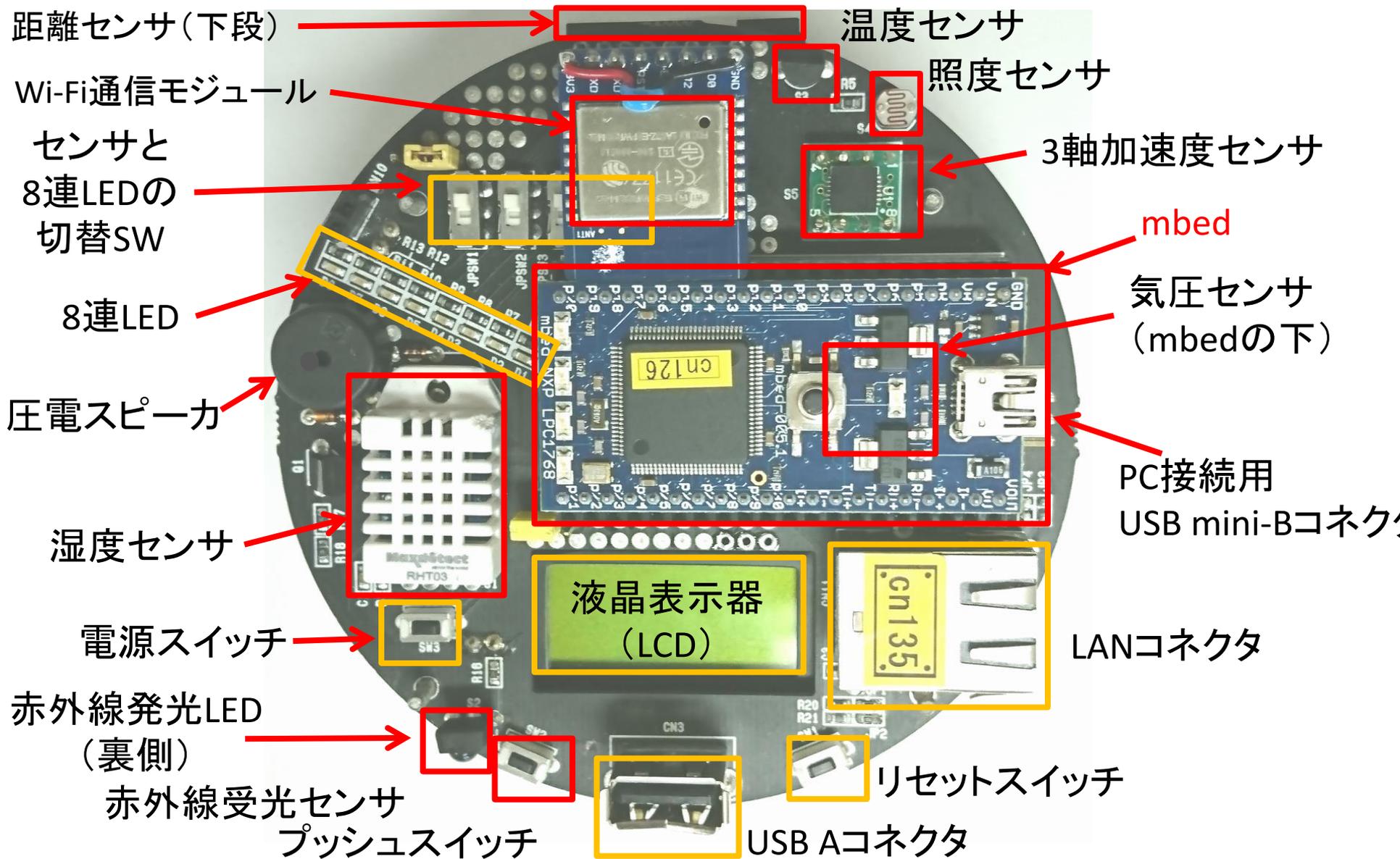


実験コース  
75cm×68cm

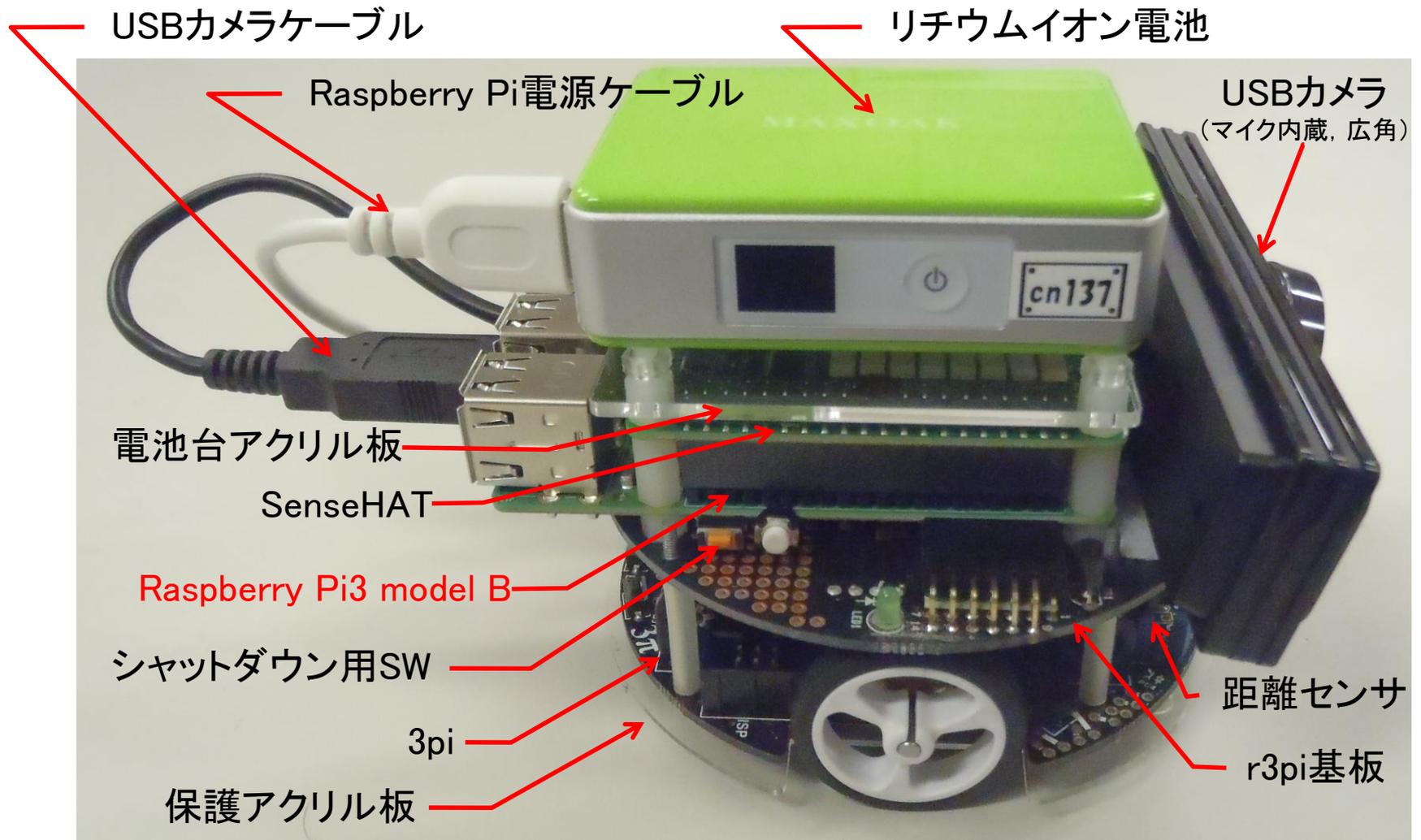
前期用ロボットカー  
**mbed**使用

後期用ロボットカー  
**Raspberry Pi**使用

# 前期用ロボット (m3pi改) の上段部

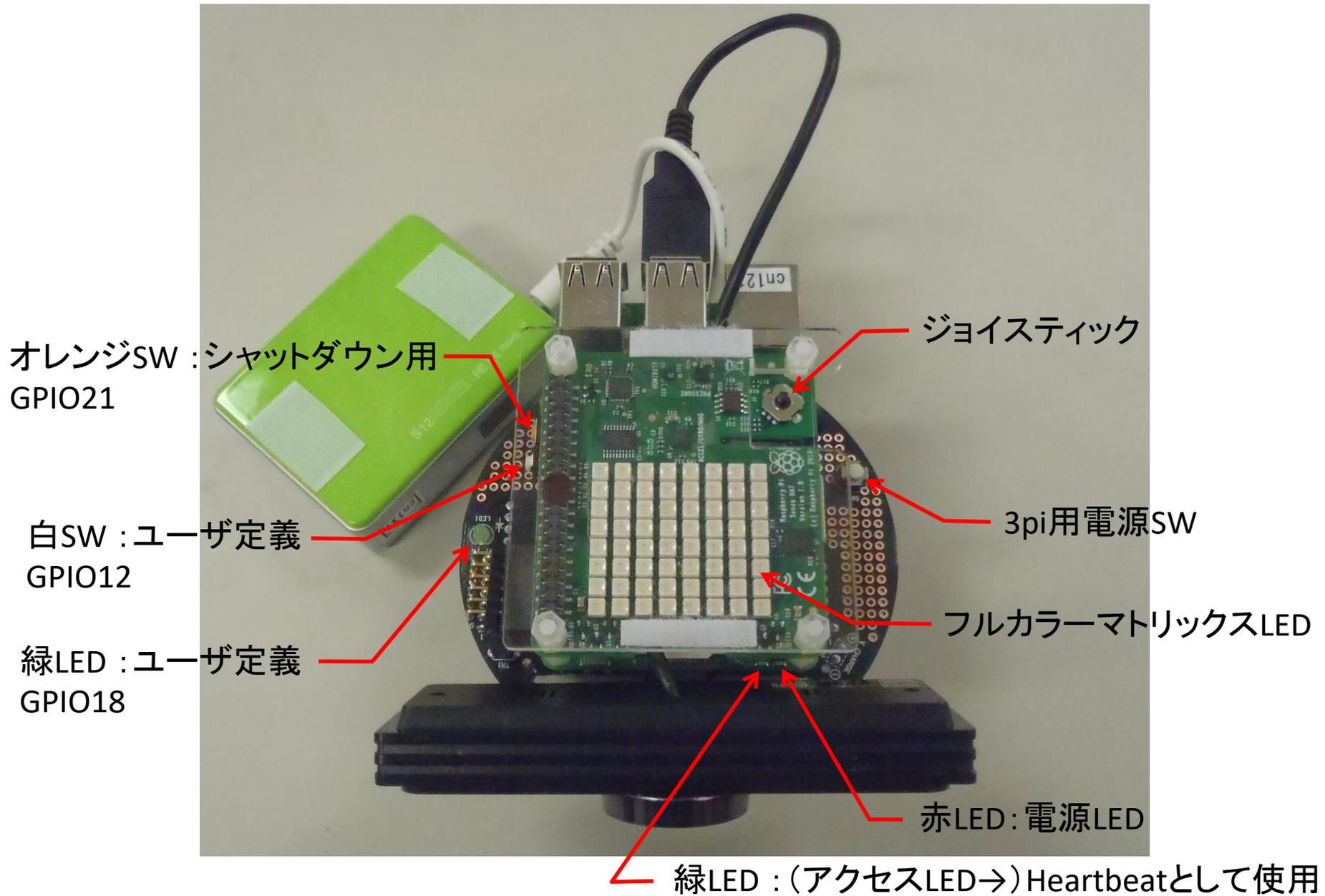


# 後期用ロボット (r3pi) の構成



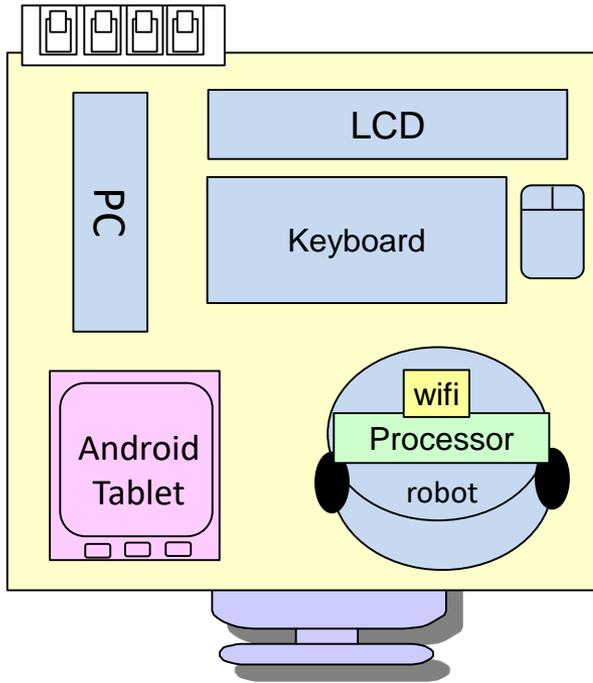
# 後期用r3piのスイッチとLED

11



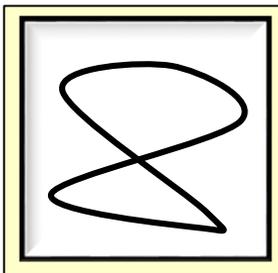
# 実験機材と実験室のネットワーク

情報コンセント

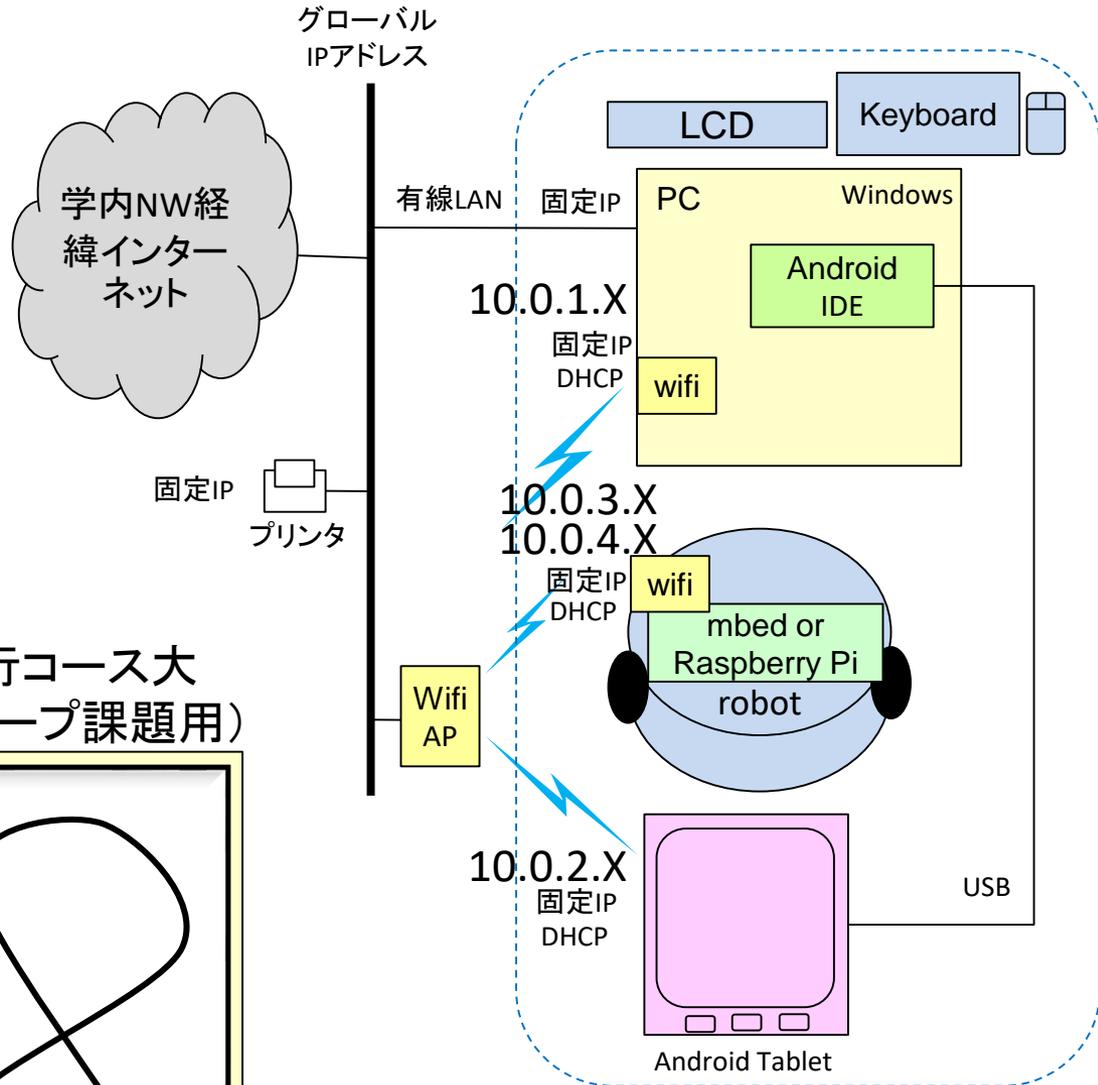
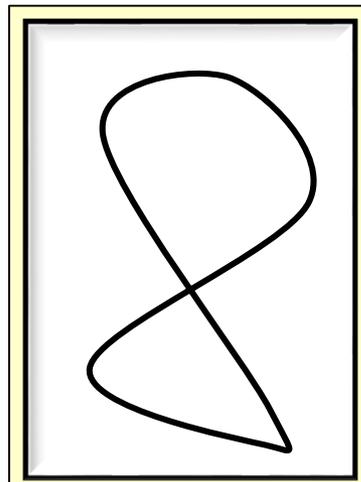


1名分の実験機材

走行コース小  
(個人課題用)



走行コース大  
(グループ課題用)



ネットワーク構成(物理構成)

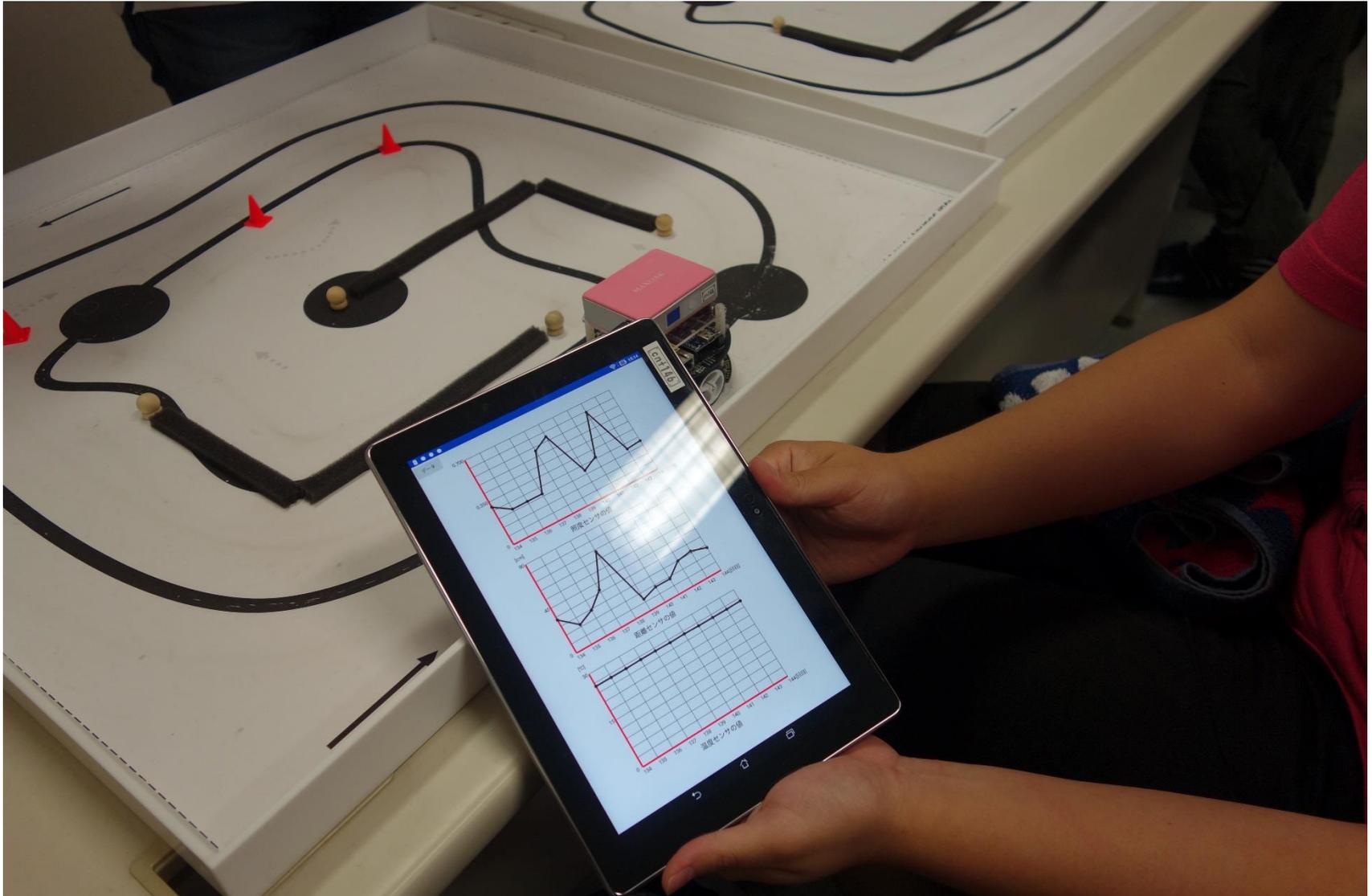
# 実験風景



# 実験風景



# 実験風景



# 実験風景

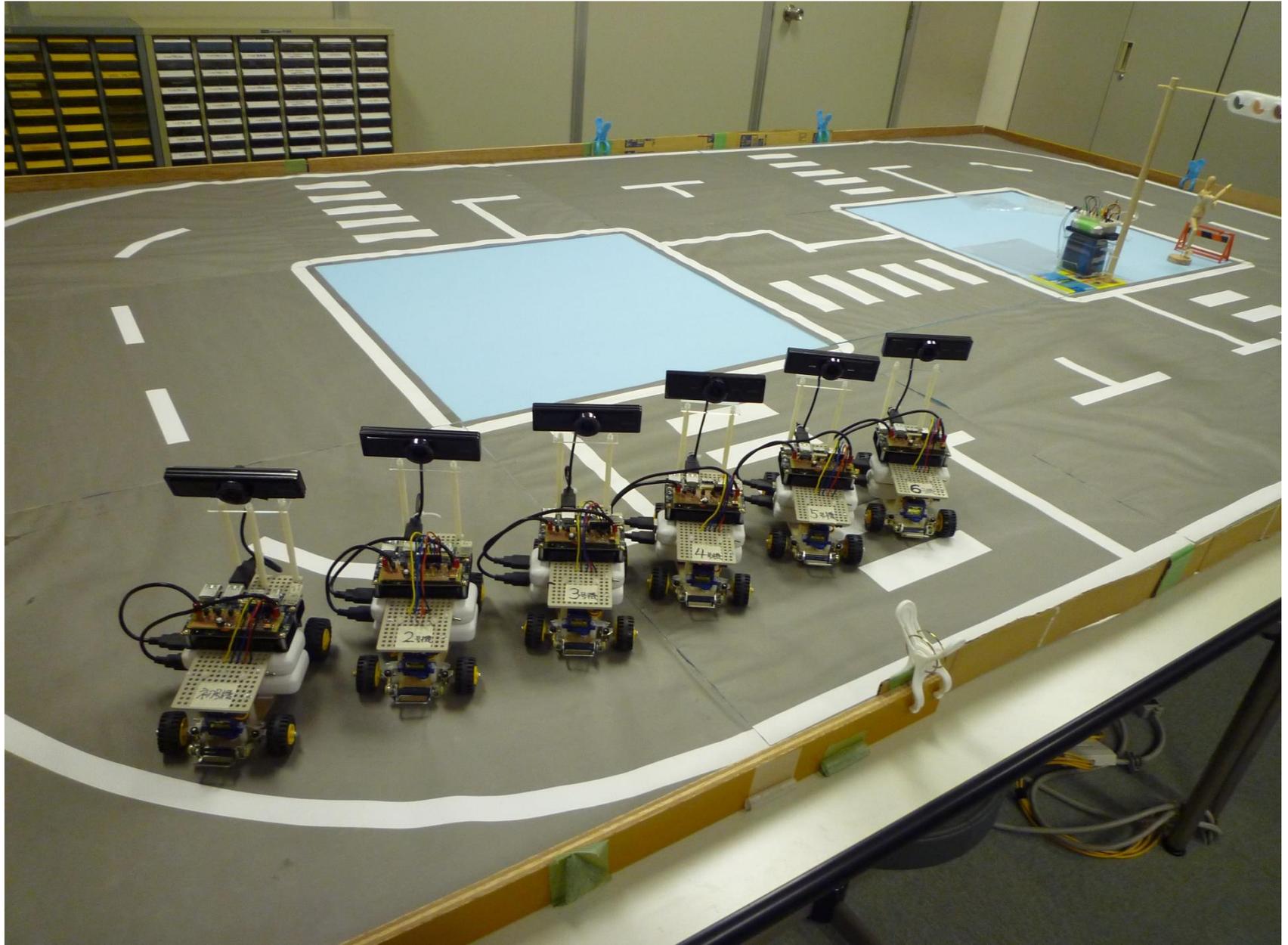




# 社会人向け講習会

- enPiT PROの一貫として講習会を実施中
  - 文部科学省の事業：  
「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT)」
- 「画像処理を用いた自律走行演習及び自動車サイバーセキュリティ演習」
- 演習内容
  - Python + OpenCV でプログラミング
  - 外周のレーンキープ
  - FPGAを使ったシステム開発の基礎
  - HDLでの開発手順, 高位合成での開発手順
  - 簡単な画像認識(予定)

# enPiT教材のロボットカーたち



enPiT-Pro

画像処理を用いた自律走行演習及び  
自動車サイバーセキュリティ演習  
～自律走行演習編～

2019年8月10, 17, 24日

10:00-12:00, 13:00-15:00, 15:30-17:30

児島 彰、市原 英行、井上 博之、大田  
知行、小畑 博靖、新 浩一、窪田 昌史、  
石川 直樹、永山 忍

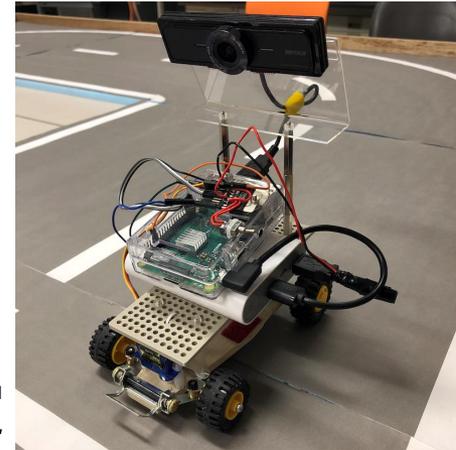
# 演習スケジュール

- 8月10日
    - 演習環境の説明, Pythonの演習
    - カメラ, バギーカー制御
    - 自律走行のための画像処理(要素技術)
  - 8月17日
    - 画像処理を用いた自律走行プログラム開発
    - 高位合成ツールを用いたFPGA実装準備
  - 8月24日
    - FPGAを利用した画像処理の高速化
  - 9月07日
  - 9月14日
  - 9月21日
- 【自動車サイバーセキュリティ演習】  
担当: 井上博之

- 論理回路の基礎
- FPGAの構造と設計フローの概要
- HDLと合成ツール(Vivado)の簡単な使い方
  
- 高位合成ツール(Vivado HLS)の簡単な使い方
- 画像認識, 物体検出
- FPGAを使った高速化

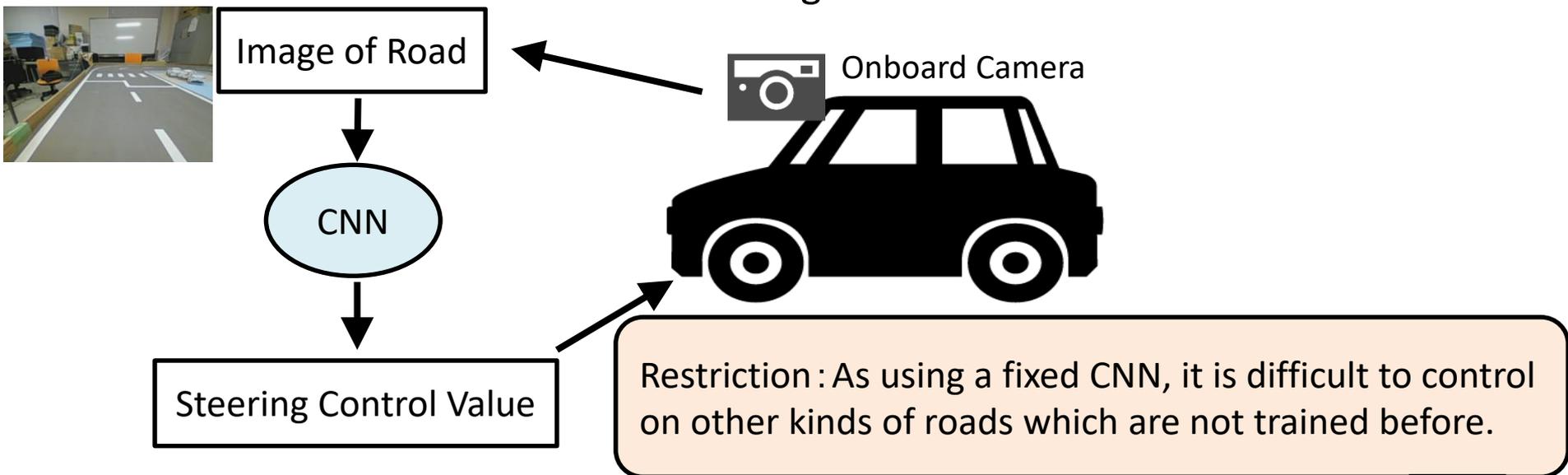


- Yohei Nose, Akira Kojima, Hideyuki Kawabata, Tetsuo Hironaka, “Study on a Lane Keeping System using CNN for Online Learning of Steering Control from Real Time Images, ” ITC-CSCC2019, pp.499-502, 2019.
- CNNで自動運転
  - レーンキープ走行(外周・内周)のみ実現
- オンライン学習(リアルタイムの学習)
  - レベル2やレベル3の自動運転システムを想定
    - 未知の道路パターンに遭遇→人間の運転に切り替える
  - 人間の運転をリアルタイムに追加学習させる
- Raspberry Piバージョンで実現
  - 少しよいMNISTレベルのCNNを使用
    - Raspberry Piの処理速度でも実現可能になった



# Background

- Machine learning with image processing is becoming popular and used for autonomous driving control.
- Existing research [1] : Controlling the vehicle directly by the images from the onboard camera
  - Using Convolutional Neural Network (CNN) for driving control
  - Lane keeping by CNN for autonomous driving even on roads where lane markers such as white lines are missing



# Aim of our study

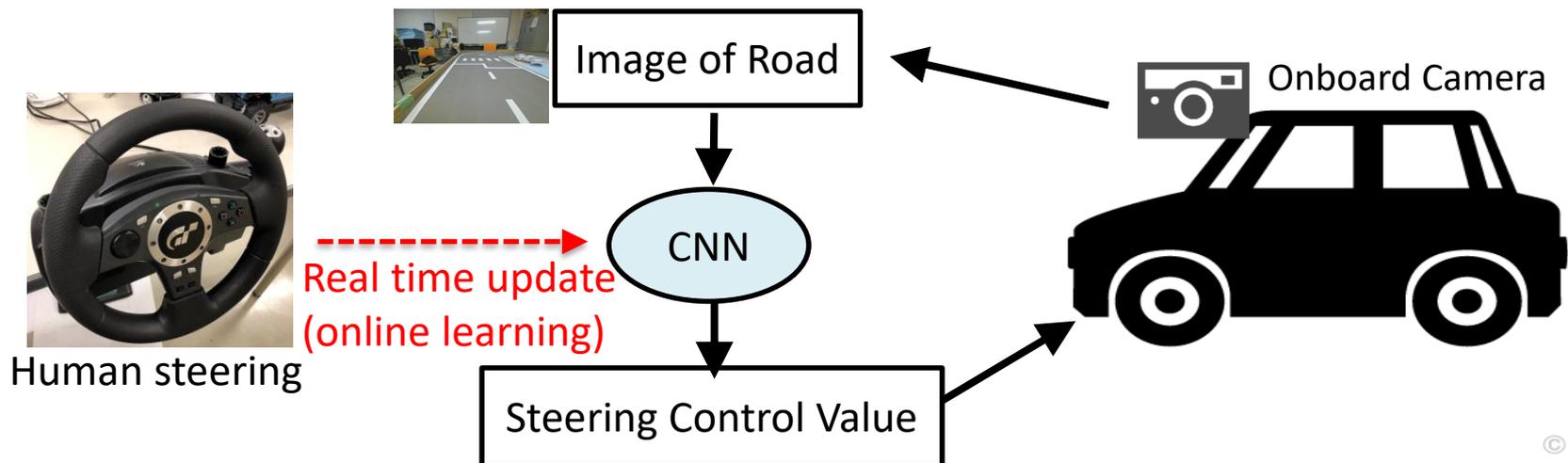
- Reduce the restriction of the existing research using a fixed CNN [1]



Restriction : As using a fixed CNN, it is difficult to control on other kinds of roads which are not trained before.

- Our Approach

- Additional learning for unknown roads by human steering in real time
- Updating the CNN by using **online learning** method



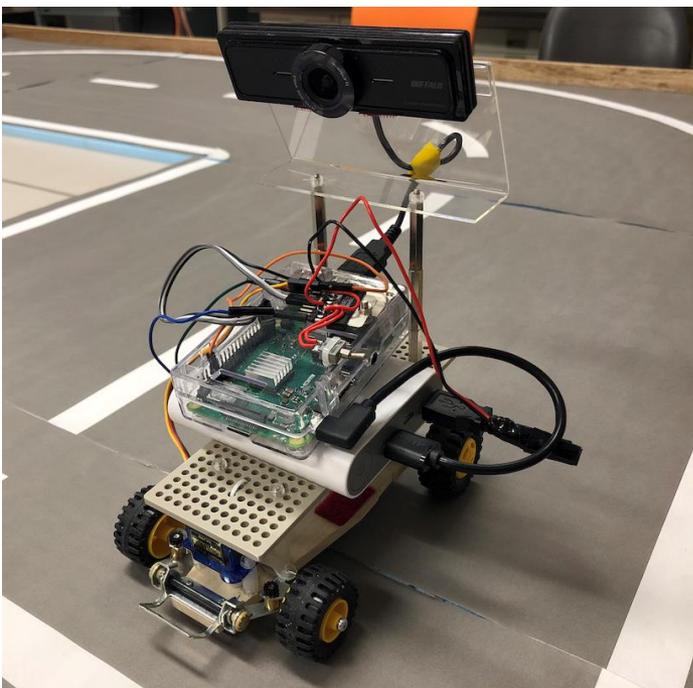
Aim of our study

Examine the possibility of the CNN online learning while driving in real time

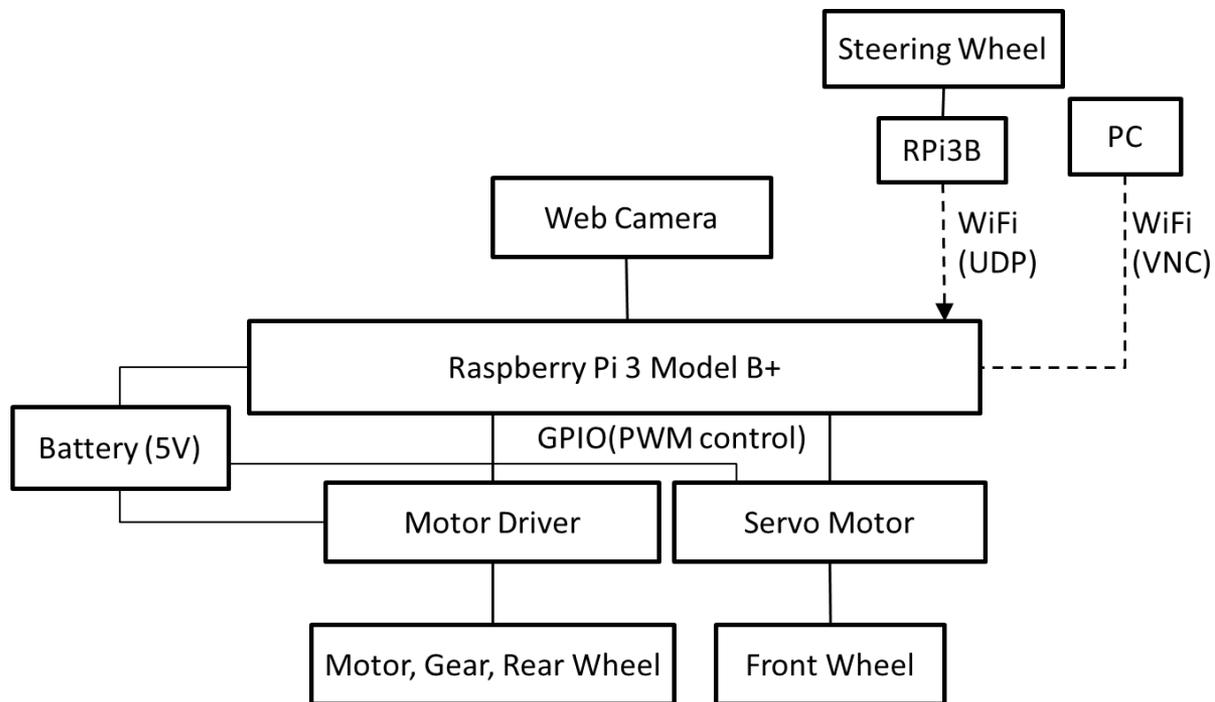
# Robot Car for evaluation

- Specification

- Processor : Raspberry Pi 3 Model B+
- Language, Libraries : Python 3.1.0, OpenCV 3.1.0, TensorFlow 1.9.0, Keras 2.2.2
- Camera : Buffalo 2MP 120 degree USB Web camera
- Base Body : Tamiya buggy car chassis set, steering controlled car



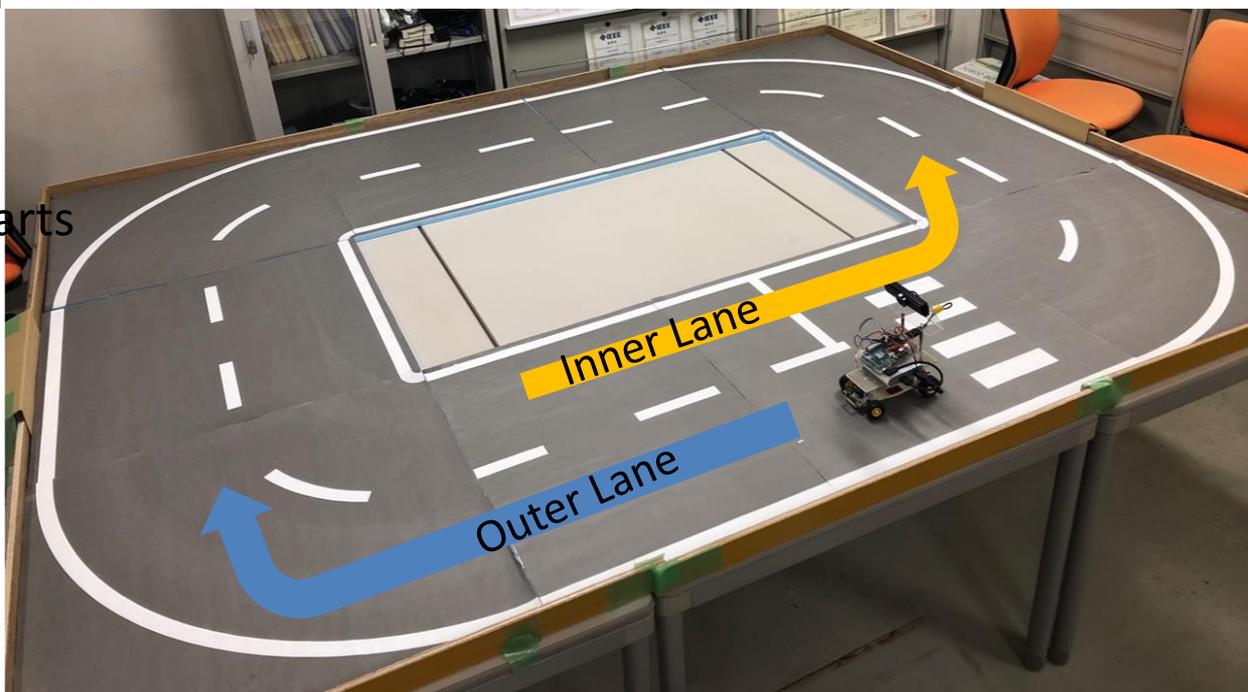
Robot Car



Hardware structure of robot car

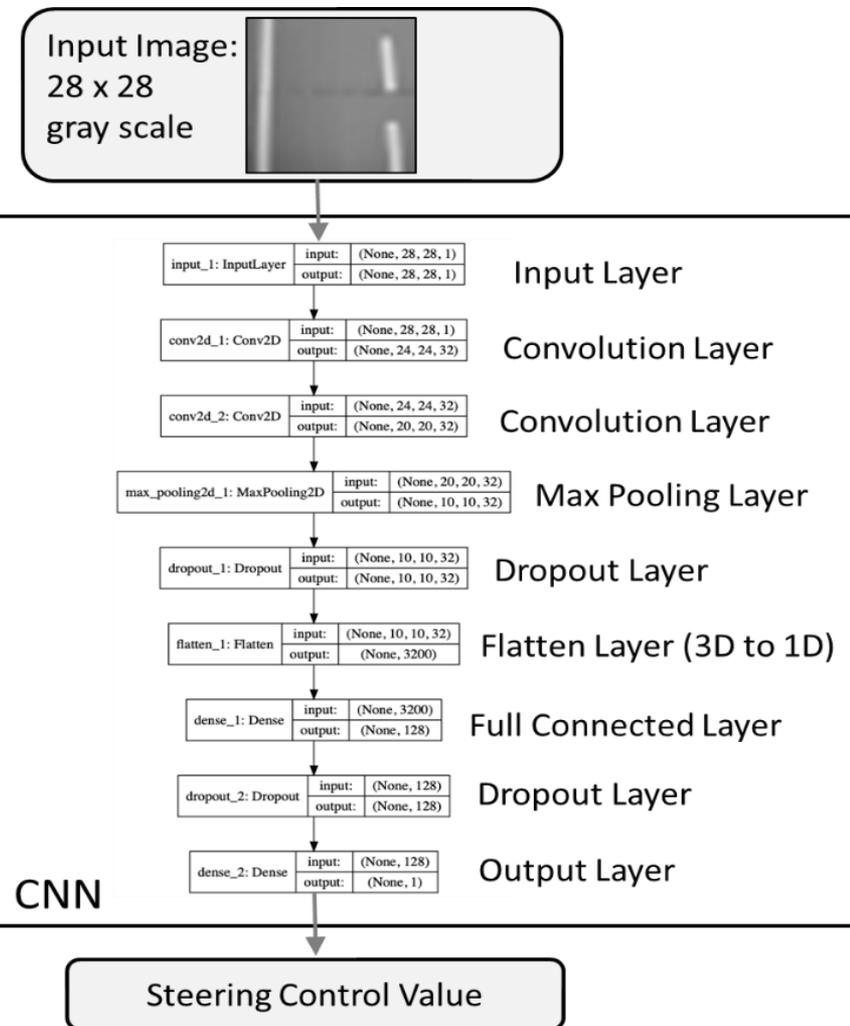
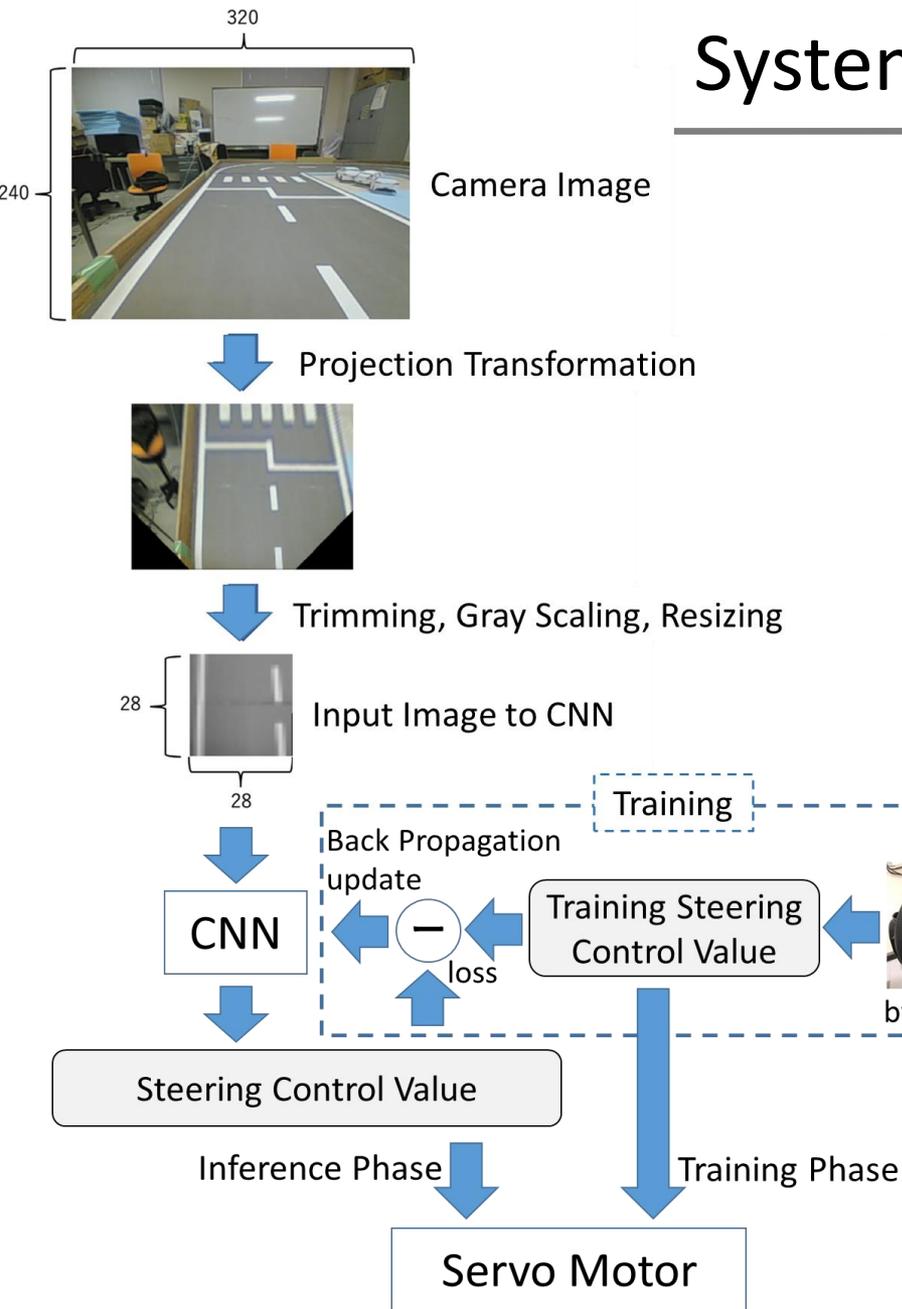
# Evaluation driving course

- Course size : 2.1m x 1.9m
- Two lanes, One cross-walk
- Left lane driving (according to Japanese traffic rule)
- Outer Lane
  - Right turns and straight parts
  - 31 sec. / 1 lap
- Inner Lane
  - Left turns and straight parts
  - 22 sec. / 1 lap



Evaluation driving course

# System Flow and CNN inside



Structure of CNN

Flow of steering control using CNN

# Demo Video



0:00 – 0:29 : Driving the car and training CNN by human steering in real time  
0:30- : Autonomous driving by the trained CNN



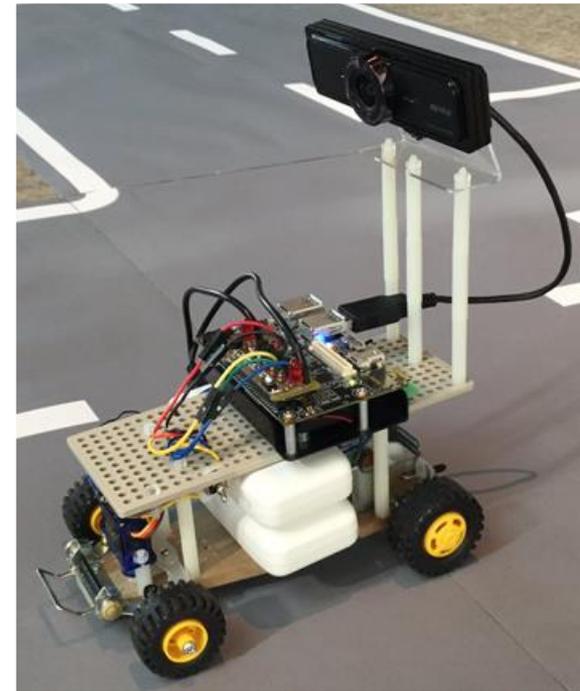
# これまでの取り組み

- ステアリングタイプの車体を使用
  - 車らしい車体！しかし、コンテストでは、小回りが効かずやや不利
- コースの自動走行をPython + OpenCV でソフト実装
  - Ultra96 PYNQ環境を使用, PWM制御回路はFPGAでハード実装(HDL)
  - 車線左の白線を検出, 交差点のマークを検出(十字, T字)
  - 交差点ごとの動作をナビゲーションデータとして保持
  - ガベージコレクションでリアルタイム処理に悪影響が出ている？
  - C++で書き直したい
  - 自己位置推定を導入したい
- 画像認識, 物体検出をするためのBNNをFPGAにハード実装してみた. しかし, BNNを使いこなせていない. (学生担当)
  - 中原先生のGUINNESSを使用
  - うまく学習できていない
    - コンテストの自動走行に必要な精度が得られていない
      - 代替の色認識での信号・障害物を検出をソフト実装
      - 外乱に非常に弱い(研究室のテストコースではOKだが)
  - DNNDKの導入も検討中(使いこなせれば...)

# Implementation of Autonomous FPGA Robot Car

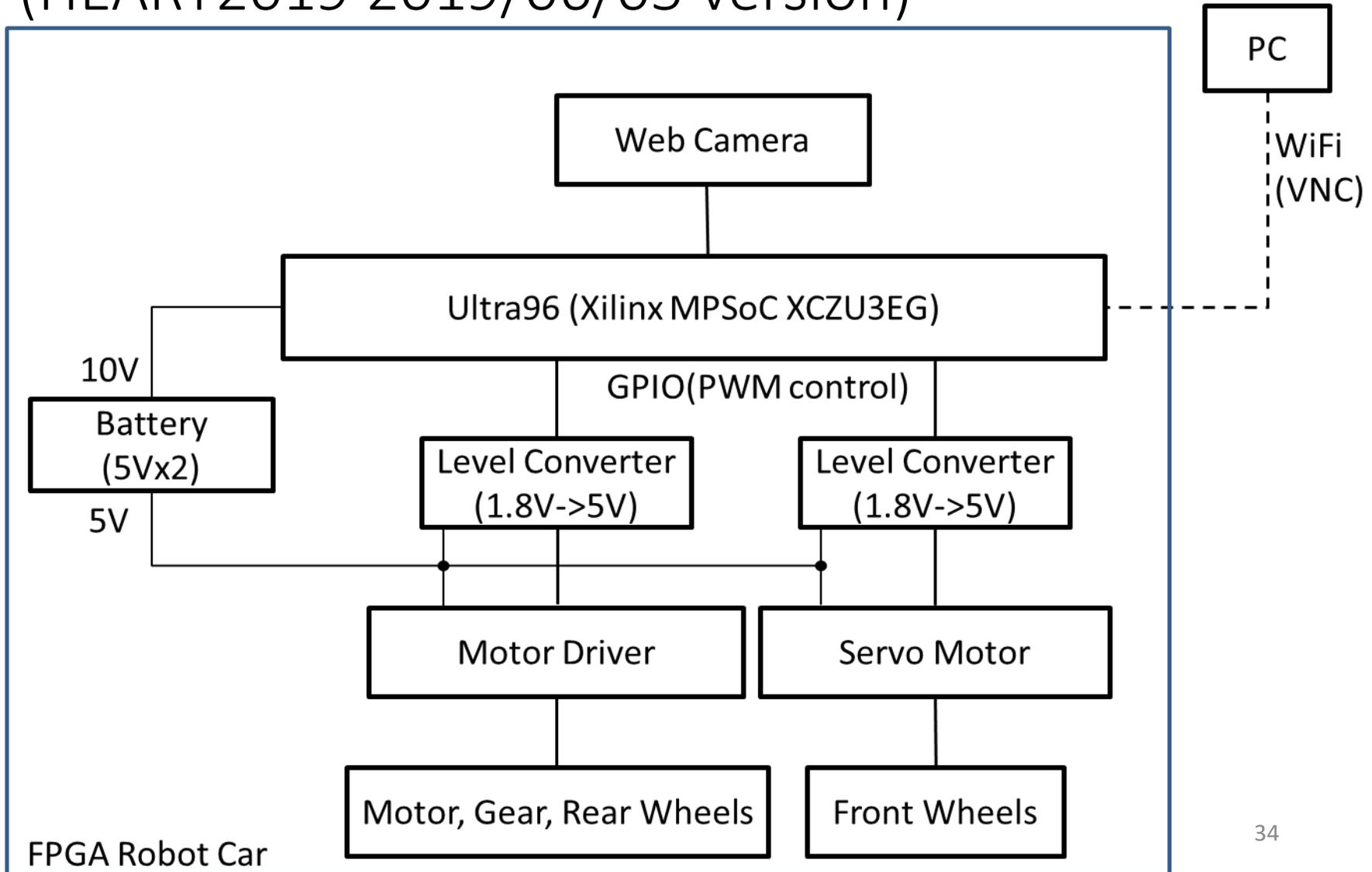
Hiroshima City University  
Computer Architecture Lab

- HCU CA lab team
  - Akira Kojima : Hardware & Navigation
  - Yohei Nose : CNN version on Raspberry Pi
- Hardware
  - Avnet Ultra96(v1), Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoC ZU3EG
  - Steering control robot car
  - Single web camera
  - Level converter for motor driver & servo motor
- Software & Tools
  - Main program & Hardware Server & PL hardware (PWM etc.)
  - PYNQ environment for Ultra96 (PYNQ Overlay system)
  - Python3, Xilinx Vivado 2018.3



# Structure of Hardware

(HEART2019 2019/06/05 version)



# Structure of Software

