

ICTロボット活用PBL授業における 学習効果の向上に向けて



2016年度

教育改善に向けたICT活用の構想・実践報告「教育改革
ICT戦略大会」

芝浦工業大学，工学部

菅谷みどり，杉本徹，谷田川ルミ，中島毅

芝浦工業大学

- 単科大学（工，システム理工，MOT大学院大学）
 - 「社会に学び社会に貢献する技術者の育成」
 - 工学部（11学科）



背景

• 情報工学科

- 実践的スキルの取得
- プログラミング演習カリキュラム(入門1,2,1A,1B,2A,2B,3A,3B,3C)

• 課題：卒業時の学生アンケート結果

- コミュニケーション力、
- 協調性、自主性
- → 学部平均より全体的に低いより
- 大半がPCを用いた個人作業となるため学生同士の関係形成や協調学習の機会が少ない

調査項目
1. 学部教育を通して、工学に必要な基礎知識を身につけることができた
2. 学部教育を通して、工学に必要な専門知識を身につけることができた
3. 学部教育を通して、大学入学時に比べて、論理的思考力と解析能力、総合的問題解決力が向上した
4. 学部教育を通して、大学入学時に比べて、広い視野と柔軟な適応力を身につけることができた
5. 学部教育を通して、大学入学時に比べて、コミュニケーション能力が向上した
6. 学部教育を通して、大学入学時に比べて、ものごとにより主体的に取り組もうとする自主性が向上した
7. 大学生活を通して、大学入学時に比べて、まわりの人間と協調して行動する能力が向上した
8. 大学生活を通して、大学入学時に比べて、新しいことにチャレンジしようとする積極性が向上した
9. 大学の就職・キャリア支援は充実していた
10. 学部教育に対する支援体制が充実していた
11. 本学で学生生活を送ったことに満足している

背景

- PBL型授業^[1]により
 - 課題の解決
 - アウトプット・総合力志向
 - チーム（協調性）の力によって課題を解決する
 - 受講者の主体性を重んじる
 - 従来の教育手法では育成が難しい能力を効率的に育成することが可能

[1] 足立 晋平ほか. “PBL 型授業において主体性が経験学習に与える影響”, . 高等教育フォーラム. 2015. Vol.5, 159～167

背景

- PBL型授業^[1]により
 - 課題の解決
 - アウトプット・総合力志向
 - チームの力によって課題を解決する
 - 受講者の主体性を重んじる
 - 従来の教育手法では育成が難しい能力を効率的に育成することが可能
- 目的となる専門（情報系のプログラミングの授業）技能を高めつつ，PBLの実施による主体性を高める

[1] 足立 晋平ほか. “PBL 型授業において主体性が経験学習に与える影響”, . 高等教育フォーラム. 2015. Vol.5, 159～167

ICTを活用したロボットPBL授業

- **目的**

- 学生の主体性（意欲の向上），および，プログラミング技術の向上

- **提案**

- ICTロボットを教材に用いたプログラミングのPBL演習の実施
 - なぜ情報の授業でロボット教材を用いるのか
 - なぜICTロボットなのか

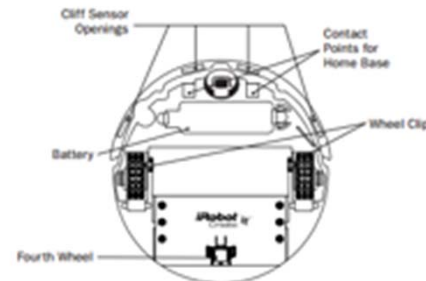
PBLへのロボットの適用

• ロボットの利用

- プログラミングの役割を直感的に把握させる
 - 実際に書いたコードで物が動く！
- 関連する情報系，工学系科目への発展
 - 情報系の科目:人工知能，言語処理，画像処理，HCI, クラウド..
 - ロボット工学などの工学系科目

• 対象となるロボット

- 近年は安価で規格化されたハードウェア[1], ライブラリなどのそろったソフトウェア環境
 - 開発環境を準備すれば，初学でも対応可能
 - Toy Robot はなく，実際に家庭でも実用に使われている掃除ロボットに着目



ロボットを用いたPBLの導入

- PBL教材としての実績

- コンテスト形式

- ルールが明確で短い時間で協力しやすい
 - 参加するグループのメンバーが即時共有できる目標

- 実績

- ロボットチャレンジ[1], RoboCup など, チームで競技を行う
取り組みが各所に存在



[1] ESS 2013 ロボットチャレンジ:
掃除機型ロボット制御で組込み新分野を切り開け

講義構成

- 2コマ x 15回

- PBLの前に課題に必要な知識(リテラシー, C言語)を講義+演習形式で学ぶ (1コマ座学+1コマ演習)
- **ロボットPBL** → 基本的なプログラミングの知識を身につけた後 (2コマ x 2回) 実施

1 - 3回	コンピュータ基本構成, OS基本概念, インターネットとWWW
4 - 6回	UNIX 基本 (ファイルシステム, プロセス, コマンド)
7- 8回	プログラミング導入, 型, 演算子
9-10回	制御構造
11-12回	配列, 関数
13-14回	ロボットPBL
15回	復習, 実技, 筆記試験

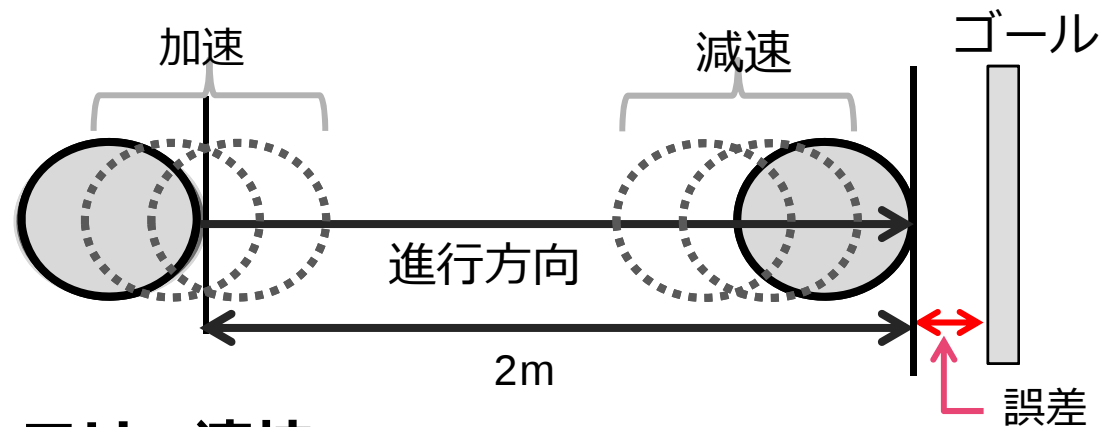
ロボットPBLの設計

• 2回の授業で異なるコンテスト

授業回	コマ	内容
13回目	1コマ目	ロボットPBL 基礎 • プロジェクト学習とは？ • 動かしてみよう（動作特性調査，お掃除してみよう） • 制御APIの紹介
	2コマ目	コンテスト • チキンレース • 基本動作＋測定＋チューニング • 表彰，課題（フリー演技）の提示
14回目	1コマ目	PBL課題への 取り組み • グループごとに課題に取り組む
	2コマ目	コンテスト • フリー演技 • 自由に役割分担をおこなって開発 • 3分間のロボットの演技披露 • テーマとの親和性を評価

2つの課題

- 異なるコンテスト：単純なルール → 自由な発想
- 1回目：チキンレース
 - ルール：出来るだけゴール（2m）に近い位置で停止
 - 勝敗は，ゴール前の停止位置の誤差小 & 時間短で順位づけ
 - 合計順位が最も小さい班が勝ち



- 2回目：フリー演技
 - チームごとにテーマ決め，テーマに沿ったロボット演技
 - 技術点，芸術点で相互に採点し，評価を行う
 - よりチーム同士の議論やワークが問われる課題とする

実施

- 情報工学科，1年生，前期，110人

ぎりぎりまでプログラム調整..



14回目)

位置について
スタート!



きわどい
判定中..



順位が発表され
歓声上がる



- 2日目 (14回目)

- 各グループが創意工夫に富んだ演技を披露
 - 個性豊かな選曲，演出
 - 例) ディズニーエレクトリカルパレード
 - 優雅なワルツ，
 - 順番に敵を倒す.. Etc.



演技のたびに
教室が熱気に包
まれる...



アンケート内容

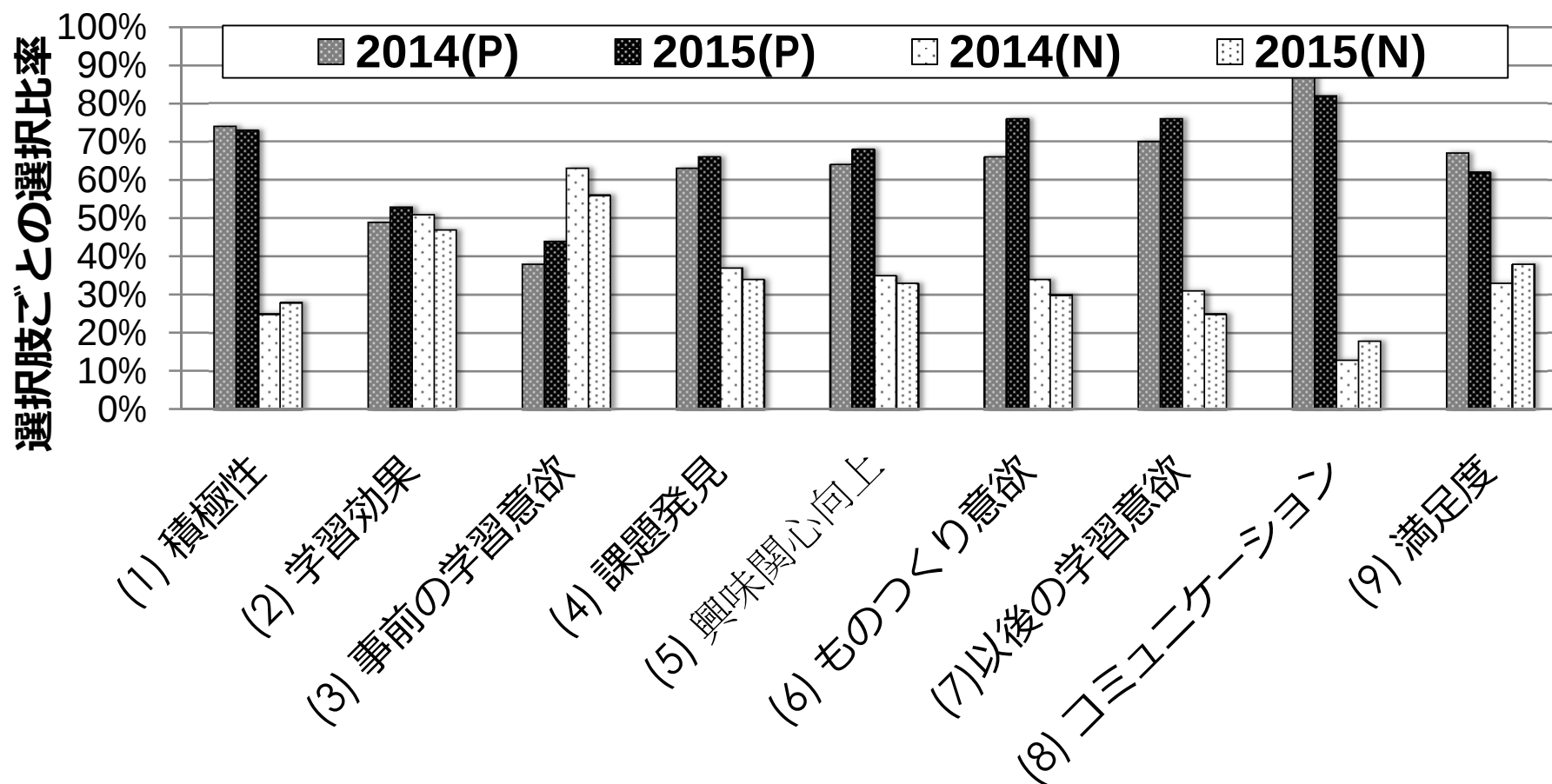
質問内容	効果
(1) 実習前（1～12回目）の授業よりも積極的に参加していたと思う	積極性
(2) 実習前の授業だけの時よりもロボット実習をしたことでプログラミングの知識がさらに身についたと思う	学習効果
(3) ロボット実習のために事前に勉強したり、後で調べたりした	事前/事後の学習
(4) ロボット実習の中で自分で課題を見つけて、その解決に取り組んだ	課題発見
(5) 講義だけの時よりもロボット実習をしたことで、よりプログラミングへの興味が増した	興味関心の向上
(6) ロボット実習で学んだことを生かして「ものづくり」をしたいと思う	ものづくりへの意欲
(7) ロボット実習をしたことで、もっと深くプログラミングを学びたいと思うようになった	PBL以後の学習意欲
(8) ロボット実習を行う前よりも他の受講生たちとの関係が深まったと思う	コミュニケーション
(9) ロボット実習の授業に満足している	満足度

4段階評価：1. とてもそう思う, 2. まあそう思う, 3. あまりそう思わない, 4. 全くそう思わない

結果

• 2014年度, 2015年度の比較

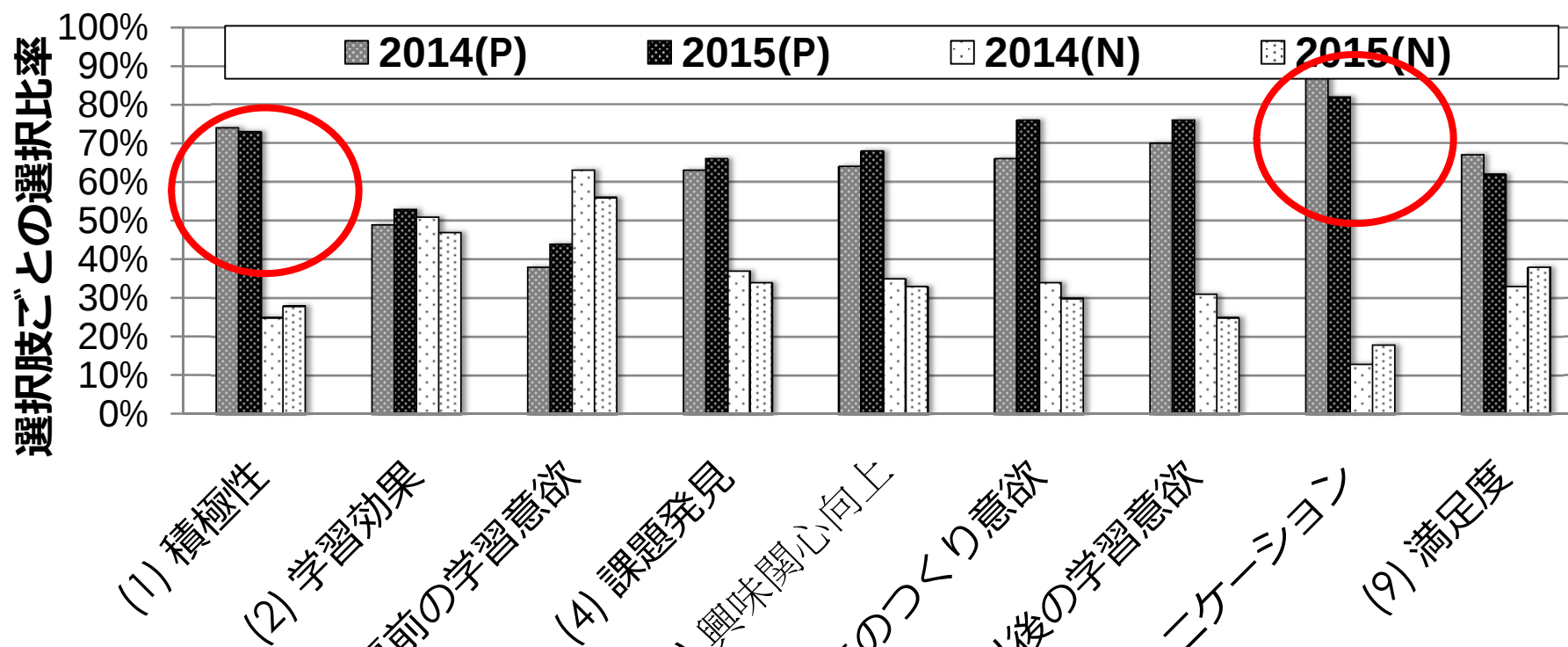
- とてもそう思う, まあそう思う (肯定的回答, P)
- あまりそう思わない, 全くそう思わない(否定的回答, N)



結果

• 2014年度, 2015年度の比較

- とてもそう思う, まあそう思う (肯定的回答, P)
- あまりそう思わない, 全くそう思わない(否定的回答, N)

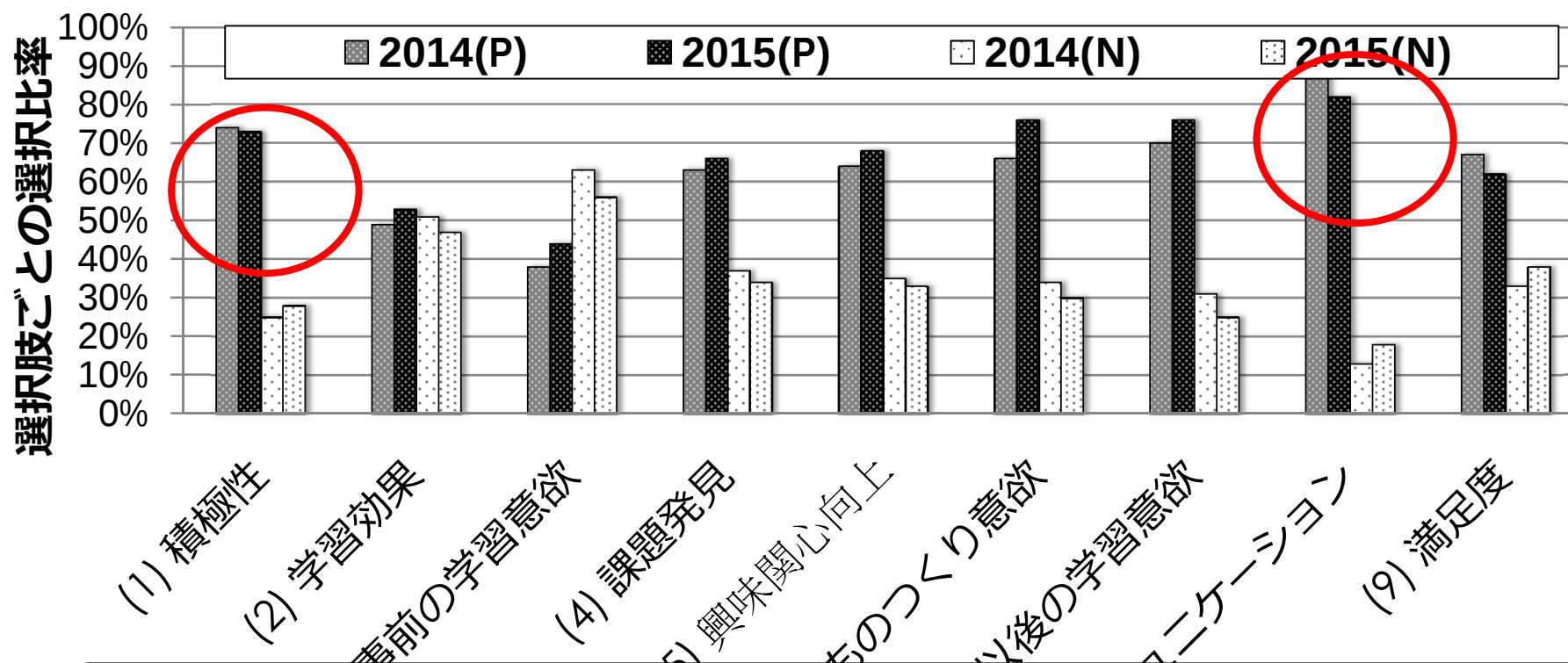


肯定的 (P) > 否定的 (N)

結果

• 2014年度, 2015年度の比較

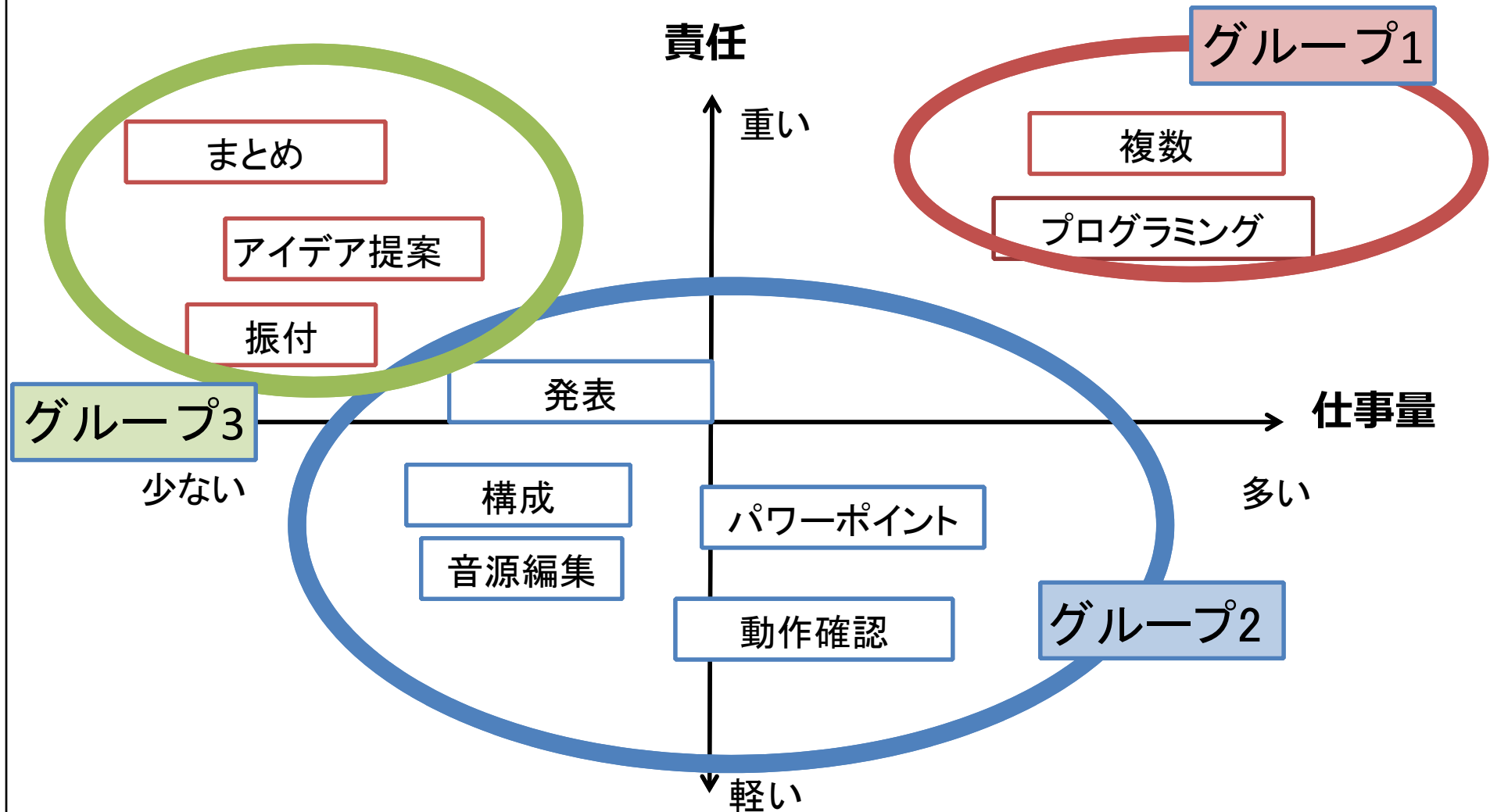
- とてもそう思う, まあそう思う (肯定的回答, P)
- あまりそう思わない, 全くそう思わない(否定的回答, N)



対応のないデータ→ 肯定的, 否定的な学生が共通して持つ特性が不明

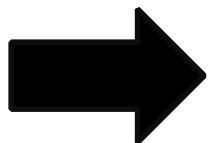
PBLでの役割に着目した分析

役割のキーワード:仕事量・責任



役割と学習効果の相関分析

- アンケート項目(抜粋)
 - 積極的に参加していたと思う
 - **積極性**
 - PBLのために事前/事後に勉強した
 - **学習意欲**
 - PBLをしたことで、もっと深くプログラミングを学びたいと思うようになった
 - PBL以後の**学習意欲の向上**

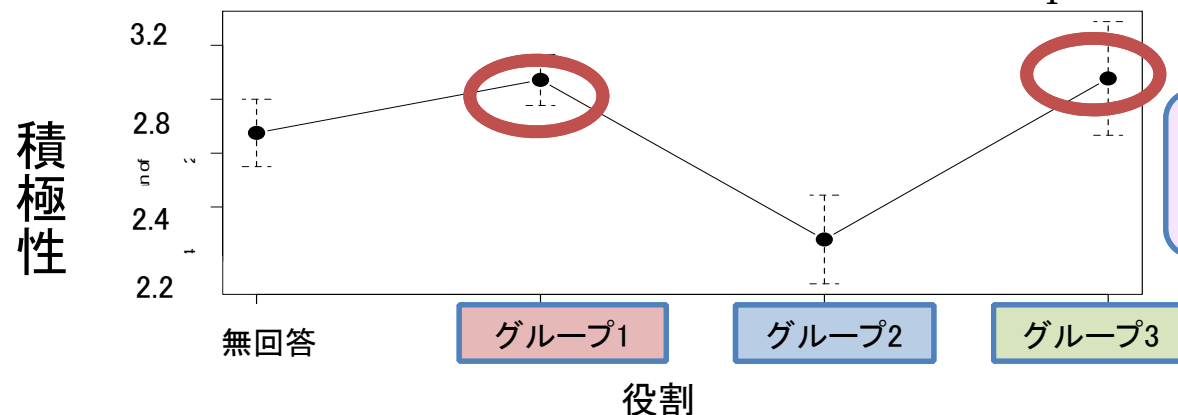


ここから役割と学習効果との相関関係を分析する

一元分散分析結果

役割と積極性の平均値の比較

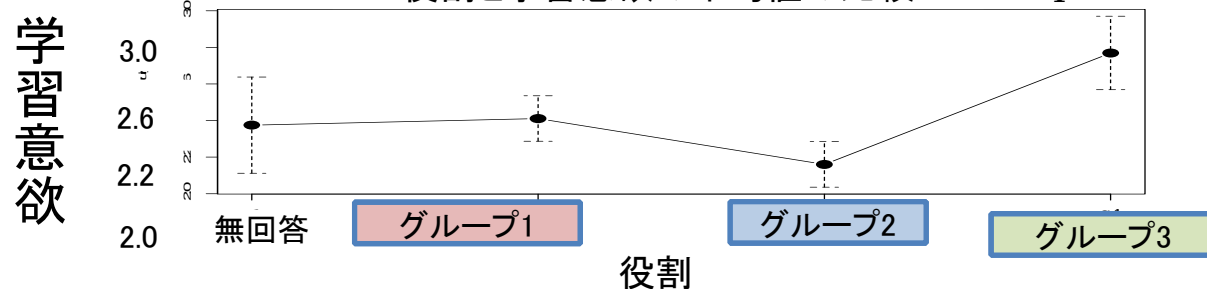
** $p < .01$



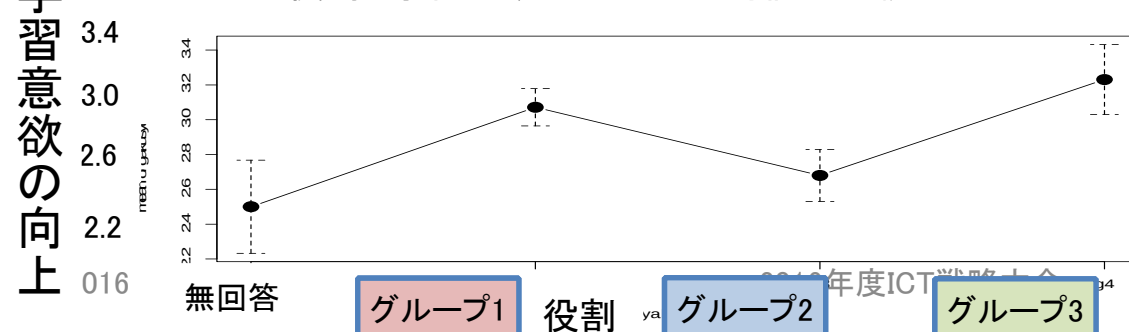
主体性の高い役割に就く学生
→ 積極性の高い傾向

役割と学習意欲の平均値の比較

* $p > .05$



役割と学習意欲の向上の平均値の比較

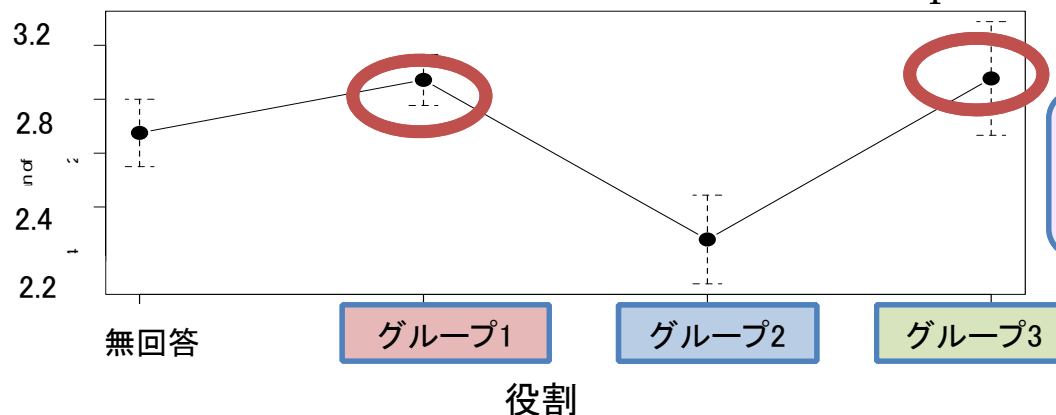


一元分散分析結果

役割と積極性の平均値の比較

** $p < .01$

積極性

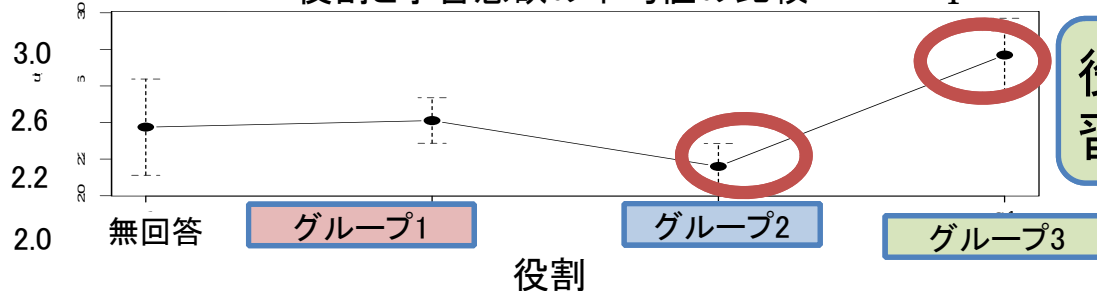


主体性の高い役割に就く学生
→ 積極性の高い傾向

役割と学習意欲の平均値の比較

* $p > .05$

学習意欲

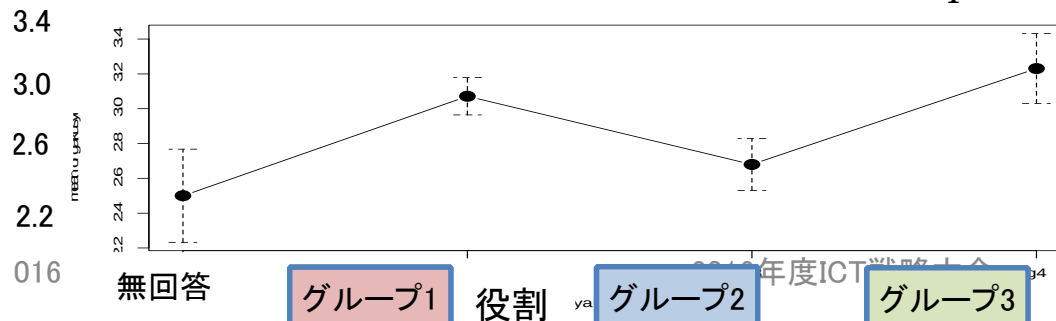


役割と学生のもともとある学習意欲には差はない

役割と学習意欲の向上の平均値の比較

* $p < .05$

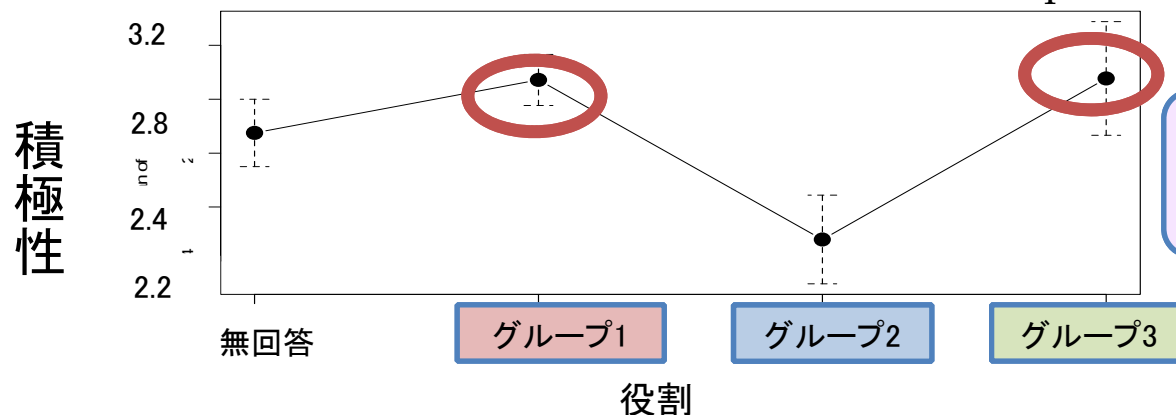
学習意欲の向上



一元分散分析結果

役割と積極性の平均値の比較

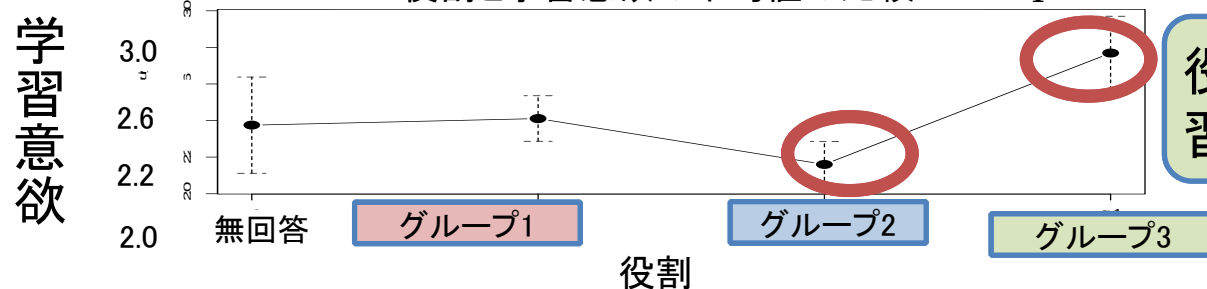
** $p < .01$



主体性の高い役割に就く学生
→ 積極性の高い傾向

役割と学習意欲の平均値の比較

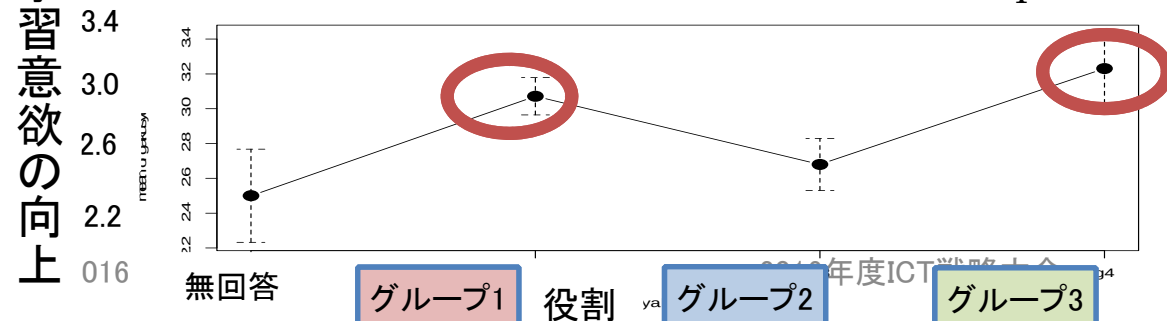
$p > .05$



役割と学生のもともとある学習意欲には差はない

役割と学習意欲の向上の平均値の比較

* $p < .05$



主体性の高い役割の学生
→ 事後の学習意欲の向上に繋がる

役割による影響の比較

- 2014年度と2015年度のPBLとの実施内容の差分
 - ロボット台数の増加：10人1台 → 5人に1台
 - ロボットの貸し出し時間増加：→ 2015年度+ 1回(3-4H)
- は、一元配置分散分析により有意差($P < .05$ or $.01$) がみられたもの

効果	2014年度	2015年度
(1) 積極性	○	○
(2) 学習効果	x	○
(3) 学習意欲	x	x
(4) 課題発見	x	○
(5) プログラミングへの興味関心向上	x	○
(6) ものづくり意欲	x	x
(7) PBL以降の学習意欲の向上	x	○
(8) コミュニケーション	○	x
(9) 満足度	x	○

役割による影響の比較

- 2014年度と2015年度のPBLとの実施内容の差分
 - ロボット台数の増加：10人1台 → 5人に1台
 - ロボットの貸し出し時間増加：→ 2015年度+ 1回(3-4H)

効果	2014年度	2015年度
(1) 積極性	○	○
(2) 学習効果	x	○
(3) 学習意欲	x	x
(4) 課題発見	x	○
(5) プログラミングへの興味関心向上	x	○
(6) ものづくり意欲	x	x
(7) PBL以降の学習意欲の向上	x	○
(8) コミュニケーション	○	x
(9) 満足度	x	○

ロボットに触れる機会やプログラミングの機会の増大
責任(重)グループ1,3 → 積極性, 学習効果, 意欲, 満足度etc.. が向上

ロボット+ICTの利用

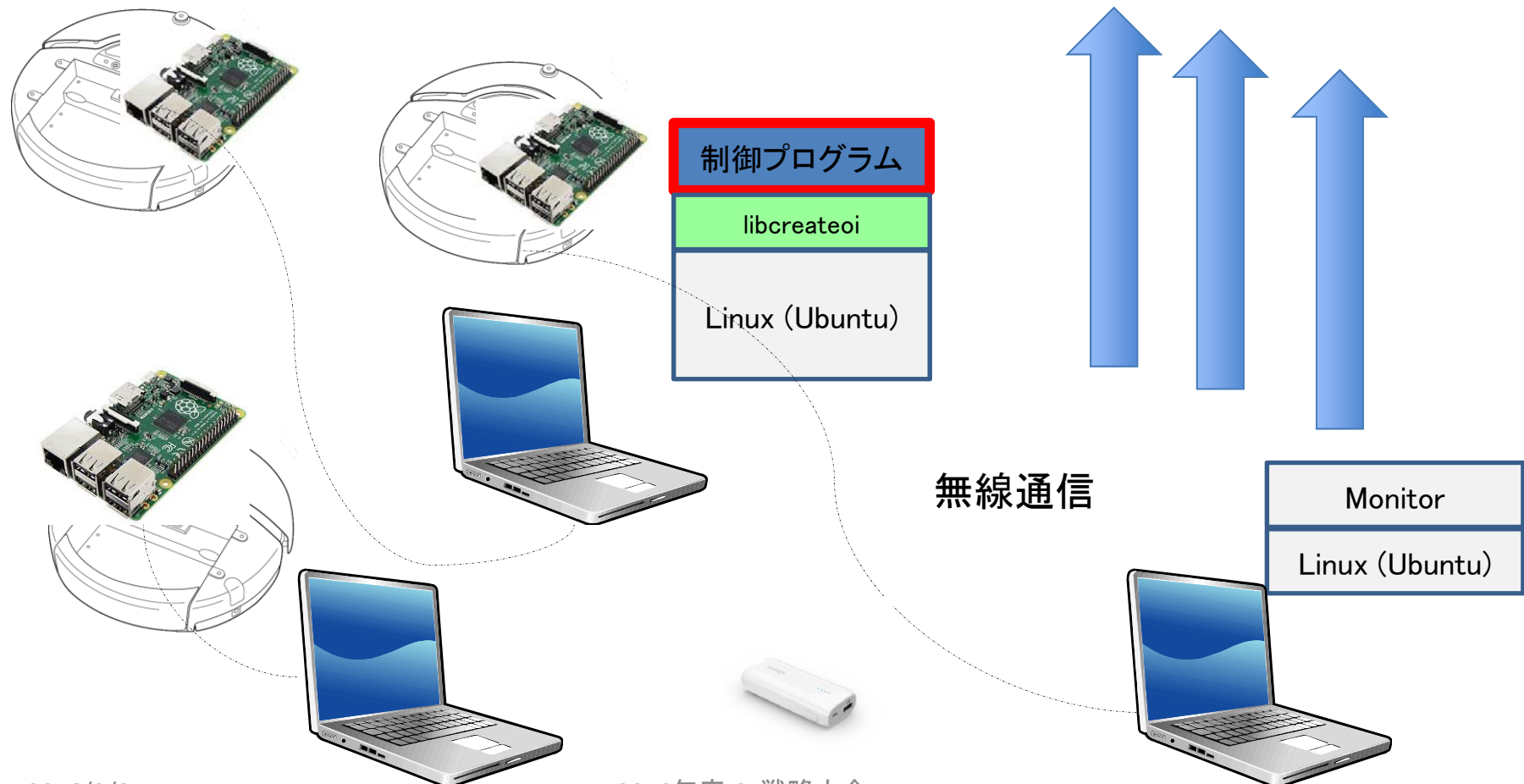
- ICTの活用
 - Information and Communication Technology
 - 今まで活かされていなかった情報を通信技術を駆使して集める
- さらなる分析に向けて
 - 学生が書いているソースコード，動作のさせかた
 - 情報を収集して分析することでよりよい分析が可能
 - ➔プログラムの分析，実際に動作させている状態をもとに，学習支援などへの発展が可能

**プログラミングの技能の内容，改善経過を
理解するためのログ収集プラットフォームの開発**

ロボットとクライアント構成

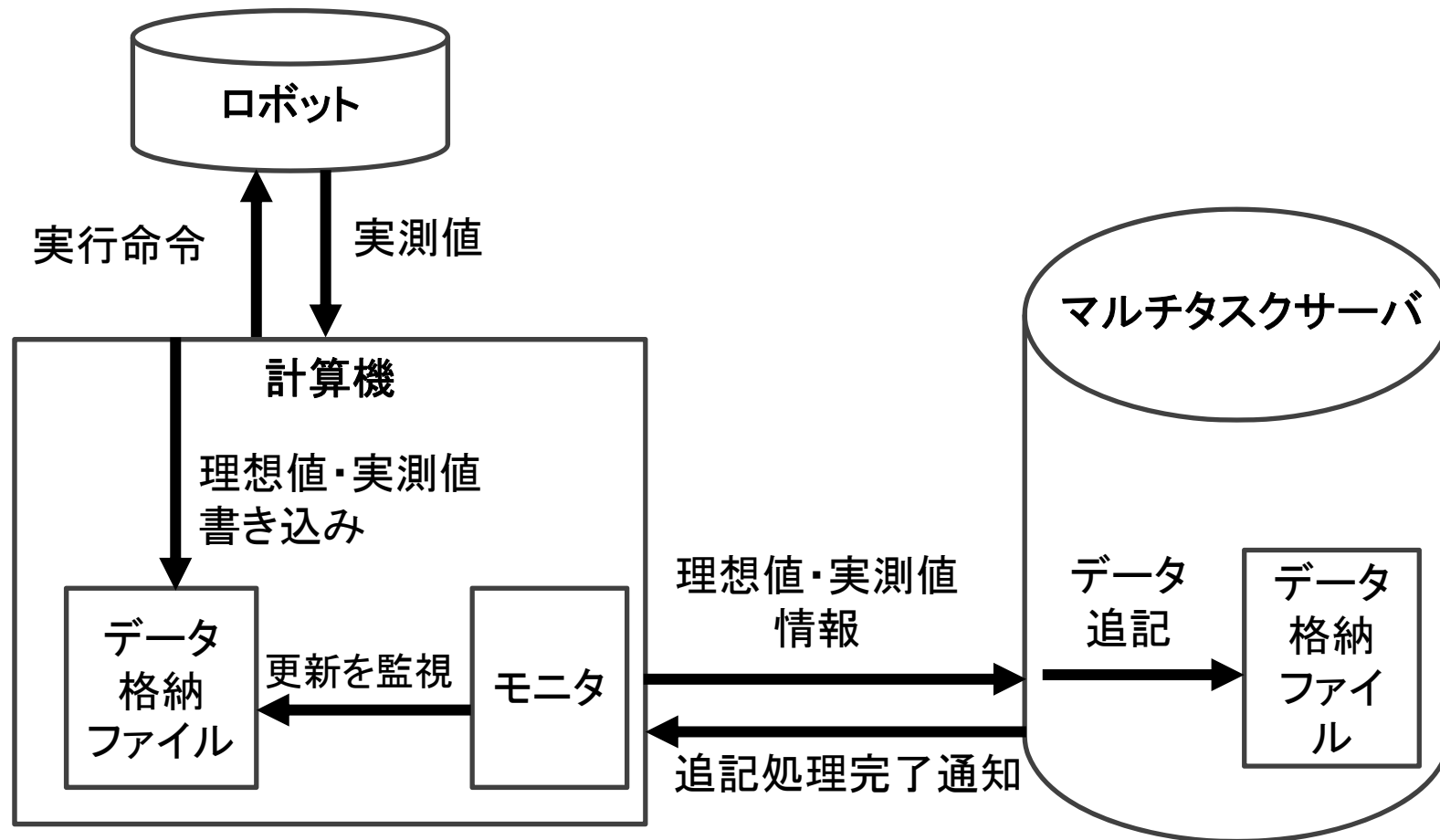
- マイコン＋無線を通じたログデータの収集

サーバへのデータ送信



ログ収集プラットフォームの開発

- ネットワークを通じたログの収集: Logging Systems for Robots



[4] 中山悟, 柳田将希, 住谷拓馬, 中野美由紀, 菅谷みどり, 情報収集をするロボットプラットフォームの実現に向けて, 情報処理学会研究報告. EMB, 組込みシステム 2014-EMB-35(10), 1-8, 2014-11-11

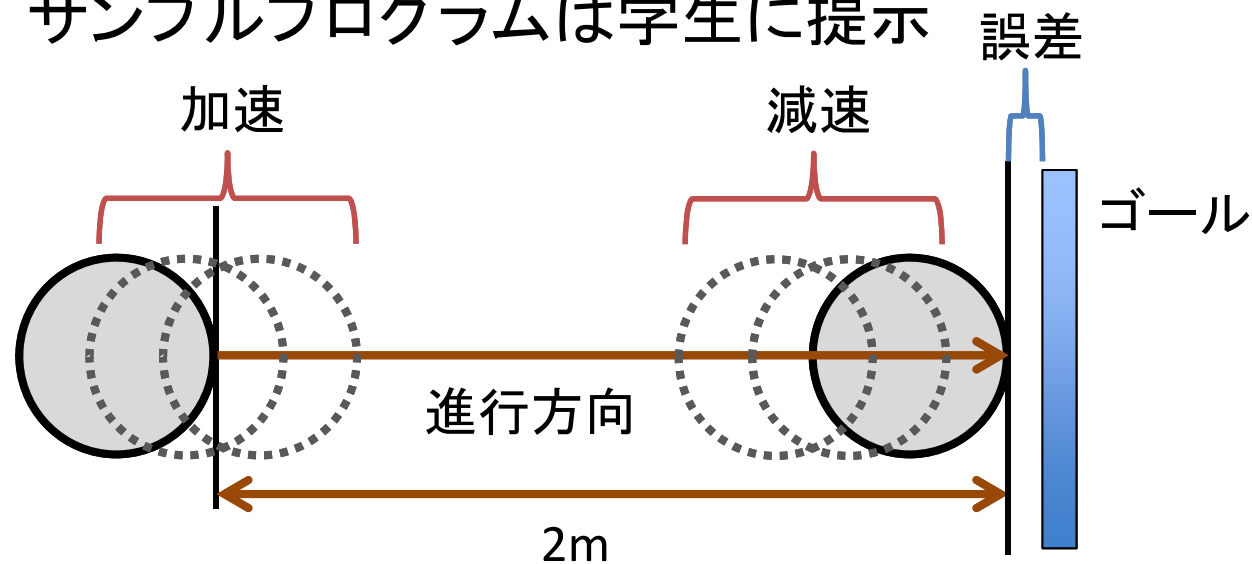
収集データを用いたコード分析

- チキンレース

- 前進 (forwardDistance) のみで、2mに近い位置で停止
- 最大速度で最大距離進むと、停止時の誤差が大きい
 - 床との摩擦, 個体差

➔ 加速と減速で誤差を縮める

サンプルプログラムは学生に提示



プログラムの分析結果

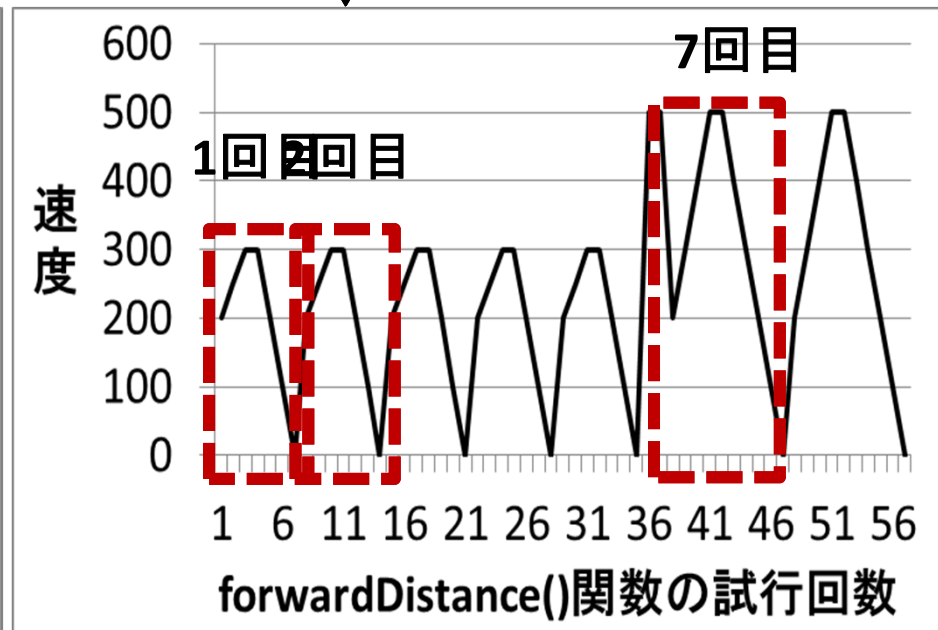
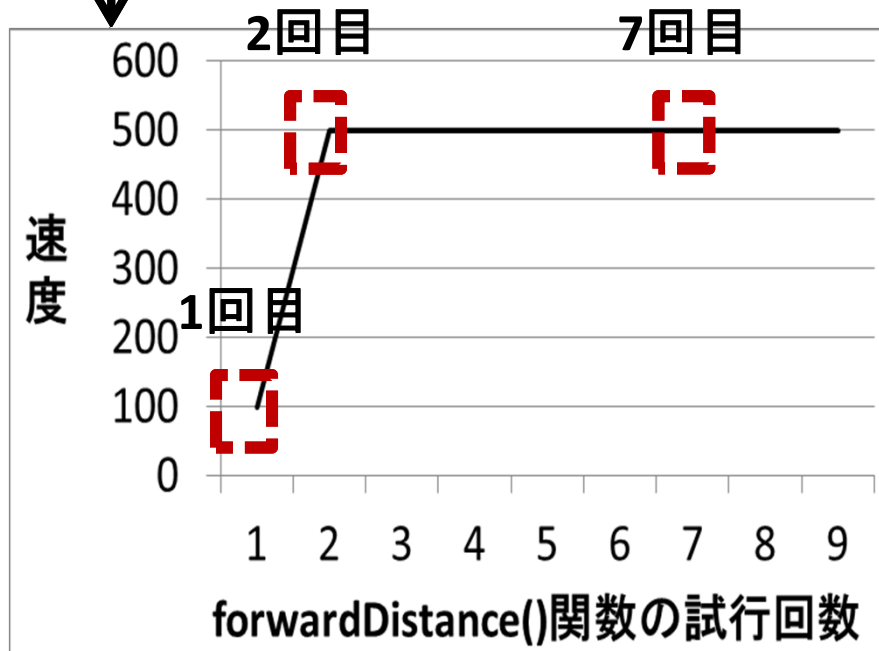
- 直進走行時の速度を各試行で抽出，グラフ化

→ 2パターンに分類

1. 直進走行命令関数だけ使ったプログラム
2. 加速と減速をするプログラム

1年生 ..10%
3年生 .. 37.5%

1年生108人, 10グループ
3年生約80人, 8グループ



まとめ&今後の課題

- ICT を活用したロボット教材により
 - ロボット：主体性の高い学生にとくに意欲向上
 - プログラムのログ解析：学生の成果/成長の分析
- を実現した
- 今後の課題
 - 意欲向上：ロボットに公平に触れるよう役割分担，教材の扱いに着目した方法などの検討
 - ログ解析：リアルタイムの傾向分析，学習支援など