

土木学会中部支部令和元年度調査研究委員会報告書

委員会名称：土木系 IoT 教育プログラム開発委員会

令和 2 年 2 月 20 日

豊田工業高等専門学校 環境都市工学科 准教授 松本嘉孝

1 活動背景及び目的

近年の i-Construction に代表されるように、建設現場では ICT や IoT を用いた生産革命の取り組みが始まっており、それら社会情勢に対応した人材育成の必要性が、大学や高専の教育現場で求められている。2019 年 1 月号の土木学会誌においても、「土木における多様な教育手法が目指す先—情報教育やアクティブラーニングの重要性—」の特集記事が組み立てられており、上記高等教育機関での多様化した情報技術応用能力の育成、問題抽出および課題解決能力の育成の重要性が記載されている。

ここで、電気や情報工学系においては、簡単なプログラミングとセンサ技術を有したロボットキットを用いた教育が工学部の初等教育段階で行われている^{1),2)}。その教育プログラムの意図としては、プログラミング的思考の育成と共に、ロボット制御を通して実社会における IoT 活用の基礎を身につけることである。このような教育は 5 年ほど前から上記分野で広がっており、昨今の建設現場における状況を鑑みると、土木工学系においてもその必要性が増してきた状況である。ただし、既存の教育内容を土木系学生の教育に用いることは有益ではなく、建設現場の状況を踏まえた新たな教育プログラムの開発が求められる。

そこで本委員会の活動では、「土木系高等教育機関で使用できる ICT・IoT 教育プログラムの開発」を最終的な到達地点としながら、IoT 基礎知識を養うため、初歩的なプログラミング等について学び、アンケートなどを元に講義を改善し、講義の枠組みを提案することを目的とする。この教育プログラムの方針としては、1) 従来の情報リテラシー教育とは異なる、IoT を意識したプログラムであること、2) 課題解決型の能力を育成することを踏まえたプログラムであること、3) コミュニケーション能力を育成するチームワーク型のプログラムであることとする。文部科学省が提起する大学における工学教育改革にも準ずる内容とする。

2 委員構成

本委員会の構成は表 1 の通りである。

表 1 本委員会の構成

役職	氏名	所属
委員長	松本嘉孝	豊田高専・環境都市工学科
副委員長	大畑卓也	豊田高専・環境都市工学科
委員	都築啓太	豊田高専・情報工学科

3 活動内容

3.1 LEGO マインドストームについて

LEGO マインドストームとは、マサチューセッツ工科大学とレゴ社が共同開発した教育用ロボットキットの名称である。パソコンと同期させることで、簡単にプログラミングを作成することができ、ロボットを動かすことが可能である。実際に LEGO を使った講義の事例は多数あり、日本では中学校、高校を中心に使用されている。

3.2 活動スケジュール

本委員会の活動スケジュールは表 2 の通りである。

表 2 活動スケジュール

月	内容
6 月	建設系 IoT 技術者による講演会聴講
7 月	LEGO EV3 購入, LEGO 事前準備 講義案検討
8 月	建設系 IoT 技術者と懇談, 講義案検討
9 月	講義準備, LEGO 事前準備
10 月	講義実施, アンケート実施
11 月	講義実施, アンケート実施
12 月	講義実施, アンケート実施
1 月	アンケート, ヒアリングとりまとめ
2 月	報告書とりまとめ

3.3 活動内容

3.3.1 講義について

今回は豊田高専 環境都市工学科 4 年生の学生に 1 回あたり 90 分の講義を 5 回行った。今回行った講義内容を以下に示す。

第 1 回：ICT・IoT の説明，LEGO の組み立て

第 2 回：初歩的なプログラミング，電子制御の演習

第 3 回：超音波センサを使った障害物回避

第 4 回：超音波センサと電子制御の複合的な理解

第 5 回：タイムトライアルの実施，事後課題

3.3.2 アンケート，ヒアリング調査

今回は全員に対して講義アンケートと 5 人程度を対象にヒアリングを実施した。アンケートは講義毎に行う形式と，5 回の講義前後で行う形式，5 回目のみで行う形式とし，その項目と評価内容を表 3 に示す。

また講義ごとに目標を設定することで，進め方や課題の明瞭化を図った。講義目標が達成されたかは，表 4 のアンケートの結果を元に判断した。また，第 5 回目の講義後に土木業界の現状と今後の ICT 活用アイデア，講義の改善点などを全員から伺った。

3.3.3 講義実施の状況

第 1 回の講義

講義目標の明確化，講義全体の理解度向上を目的とし，最初の 30 分間 ICT や IoT の説明を行なった。その後，班に分かれ LEGO 部品の仕分けと組み立てを行った。各班男女比も様々であったが，組み立て時間に



図 1 第 1 回の講義の様子

大きな差はなく，班員同士で協力しながら進めていた（図 1）。

第 2 回の講義

電子制御技術の学習とその実践を目的とした。第 1 回で作成した自動車型のロボットを動かすためのプログラムを作成し，その制御により直進や方向転換，円を描くなどの初歩的な実践を行った。どの班も大きく

表 4 設定した講義目標と判断に用いるアンケート項目

回数	講義目標	判断項目(項目番号)
第 1 回	ICT や IoT，講義の必要性の理解	1, 3, 6
第 2 回	基本的な機能，動作の習得	5, 6
第 3 回	超音波センサの仕組み，制御の理解	1, 5, 6
第 4 回	規定に従ったプログラミングの作成	5, 6
第 5 回	規定に従ったプログラミングの作成	5, 6

表 3 Web アンケート項目とそれに準じた評価内容

	項目	評価内容
全回共通項目	1 この講義の目的・達成度は講義中の説明によってよくわかった	1 目的や達成度の理解
	2 あなたは，この講義に意欲的に取り組んだ	2 講義意欲
	3 あなたは，この講義の内容をよく理解した	3 内容の理解
	4 この講義に関連する分野をもっと知りたくなった	4 講義への関心
	5 技術や技能が身についた	5 技術の習得
	6 あなたは，この実習内容を講義と関連づけてよく理解した	6 講義と実習の関連づけた理解
第 1 と 5 回	7 現段階で，ICT や IoT について知識がある	7 ICT 等の知識の把握
	8 現段階で，ICT や IoT に興味があるか	8 ICT 等への興味，関心
第 5 回のみ	9 ICT やプログラミングに関する講義は，カリキュラムに導入すべきである	9 講義の必要性の理解
	10 この講義は，4 年生の科目として適当な内容であった	10 学年の最適性
	11 今回の講義教材として，レゴマインドストーム は適切であった	11 レゴマインドストーム の満足度

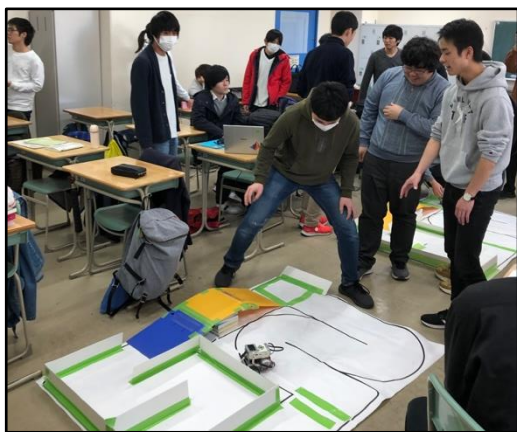


図2 第4回の講義の様子

つまづく様子はなかったが、班により進捗状況に違いが現れた。

第3回の講義

自動車型のロボットに超音波センサを実装し、障害物経路を自動操縦させることを目的とした。センサ技術の習得に時間がかかってしまい、開始30分でも障害物経路描いたコースでの実践はなかった。班により、コース状況を数学的に読み解く、走行させた後プログラムの変数をかえるなど、班により違いが現れた。

第4回の講義

第3回と同じコースを用いて、自動制御自動車のコース完走を目的とした。コースでの試走とプログラムの修正を繰り返しながら完走を目指した。開始時には、どこも取り組みは早かったが、超音波センサを用いての制御プログラムの作成に戸惑う班が多く、進捗状況に大きな差が出た。

第5回の講義

第3、4回で用いた障害物経路コースのタイムトライアルレースを各班対抗戦でおこなった。多くの班が完走することは難しかったが、途中数回人による補助を加えることでゴールに達することができた班がほとんどであった。ただ制御プログラムが未完成、機械的なトラブルが生じたなどの問題が生じた班もあった。

3.3.4 アンケート結果・

講義全体の満足度を測るため、共通の6項目の平均

を求めた。その結果から、「目的や達成度の理解」、「講義意欲」、「内容の理解」は3.5に近い数値を示し、LEGOを使った講義意欲や理解が高いといえる(図3)。ただしその中で、「技能の修得」の評価が他項目と比べて0.3ポイントほど低かった。

次に、各項目の講義回毎の値について、項目2、項目5、項目6についてそれぞれ図4、5、6にて示す。項目5「技術の修得」について、第1回、2回の講義に比べ、第3回の講義時に評価が低下した(図5)。第1、2回の内容は比較的容易であったが、第3回の講義は、超音波センサを使い意図的に難易度を上げたため、技術習得に至らなかったと考えられる。また、項目2「講

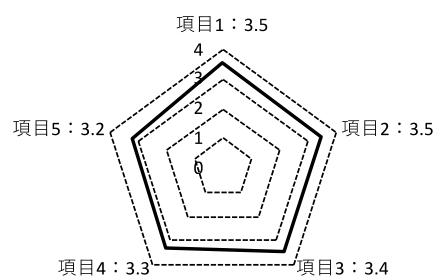


図3 講義毎のアンケート項目1から3の平均値

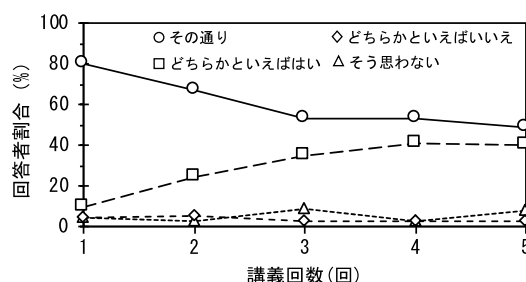


図4 項目2 講義意欲の回答者割合

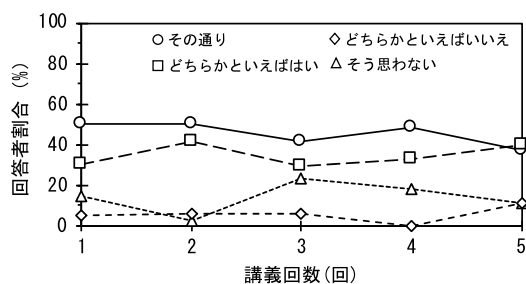


図5 項目5 技術の習得の回答者割合

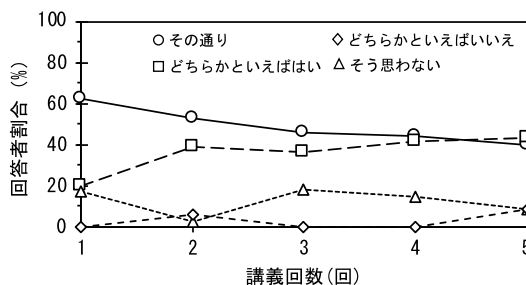


図6 項目6 講義と実習の関連づけた理解の回答者割合

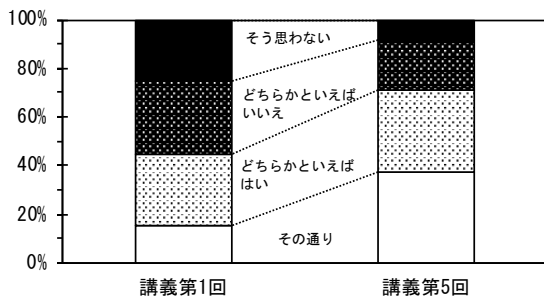


図7 項目7ICT等の知識の把握の回答者割合

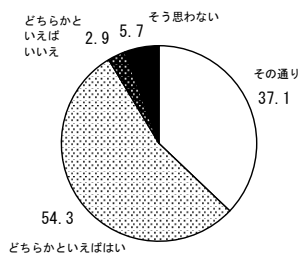


図8 項目9講義の必要性の理解の回答者割合

義意欲」(図5)や項目6「関連づけた理解」(図6)も他の回と比べて低評価であったが項目1「目的や達成度の理解」のみ3.6と高評価だった。

講義の効果測定を目的とし、第1回目と5回目に行ったアンケート項目7については、学生達はICT等の知識の把握は第1回に比べ、第5回の方が大きく上昇した(図7)。項目8のICT等への興味・関心についてはほぼ変化がなかったが、興味・関心のある学生の割合は8割を越えていた。

総括を目的としたWebアンケートを第5回で行い、項目9「講義の必要性の理解」では好意的な意見は91%(図8)、項目11「レゴマインドストームの満足度」は85%となった。一方、項目10「学年の最適性」については、好意的な意見が63%と、低い値となった。

5回目後に行った意見徴収において、学生たちは今後の土木業界におけるICT活用を期待しつつ、その必要性を強く認識しているようだった。また、講義の改善点としては、講義実施を低学年とする意見もあった。

3.3.5 アンケート結果分析

第3回のアンケート結果で、多くの項目の評価は低下したが、項目1「目的や達成度」は高かった。このことは、課題目標は認識しても、課題を進める能力が低ければ、関心や意欲も薄れ、技術の習得も難しくなることを示している。このような講義効果の低下を避け

るため、学生の技能レベルと講義レベルを見極め、段階的に難易度を上げる必要がある。

項目10「学年の最適性」は低かったが、項目11「レゴマインドストームの満足度」は高かった。しかし、ヒアリングにて、「ICTとLEGOの繋がりが曖昧」との意見も挙がった。興味が喚起される教材であるものの、実際に現場で使われるような機器とは大きく異なり、高専4年生が求める知識、技術ではなかったと考えられる。そのため現場で用いられているレーザースキャナーやドローン測量などの機器を講義で用いる事が望ましい。以上より、学年に応じたICTの講義を行い、レベルアップする講義形態が適切だといえる。

4. まとめ

本委員会では、ICT・IoT教育プログラムの開発第一段階として、初歩的なプログラミング等について学び、アンケートなどを元に講義を改善し、講義の枠組みを提案することを目的し以下の結果を得た。

5回の講義より、低学年時にLEGOを使った初歩的なICT・IoTの講義を実施し、基礎知識の習得と興味喚起を促す。高学年では、現場で使用される機器を用いて専門的なICTの知識を学ぶ、全学年連動型の講義が有効だと感じた。この形式が、ICT・IoT教育プログラムを作成する上で必要な要素であることがわかった。

5. 実施経費

本委員会の活動スケジュールは表5の通りである。

表5 本委員会における購入物品および支払金額

購入物品名	個数	支払い金額
LEGO Mind Storm	4	282,948
合計		282,948

【参考文献】

- 1) 伊藤桂一, 渡部秀崇, 八重樫知宏, 竹下大樹, 菅原英子, 安東至, 秋田高専におけるレゴ実習導入との教育効果(その1), 平成29年度工学教育研究講演会論文集, pp.588-589, 2017.
- 2) 吉富秀樹, 仲井正明, 川村純司, レゴ・マインドストームとブレッドボードを組み合わせたメカトロニクス教材の開発と創造演習教育, 津山高専紀要, pp.5-10, 2004.