

平成29年度職業能力開発論文コンクール 厚生労働大臣賞(入選)受賞

IoT/AR製品開発における職業訓練の実践・評価 ～アジャイル開発手法を応用した電気系訓練生によるグループ制作の効果的指導～

浜松職業能力開発短期大学校 寺田 憲司

1. 審査員からの評価

審査員からは、IoTという産業界のニーズをとらえ、各種イベントを活用しながら学生自らが主体的に取り組むモチベーションを維持向上させ、その指導方法としてアジャイル開発手法を用いる斬新な取り組みで効果を上げていることが評価された。論文の内容についてはテーマに対するアプローチのコンセプトの明確さ、随時見直しを図り改善点を見出す事等が有効な人材開発手法として評価を受けた。

一方で、学生のアンケートに基づき教育効果の検証もきちんとなされているが、取組内容が中心となり、その効果については学生のアンケート結果から推測するのみで終わっている事が指摘された。例えば、他の手法によって取組んだ学生との比較や指導員のアンケートなどがあると良いという点があげられた。

2. 背景

IoTを導入する企業には技術とビジネスを繋ぐ力、技術を俯瞰し全体を設計する力、創造性、専門性を持ち、IoT分野と自社の製品の橋渡しをする技術者(=ブリッジエンジニア)が求められている。電気産業においても工場設備だけではなくエレベーター、鉄道設備等のインフラを支える電気系メーカーでも増えてきている⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、電気系学生がIoT技術を学ぶ機会が少ないのが現状である。当校の電気エネルギー制御科では電気設備の保守管理等の技能・技術に加えて環境・エネルギー有効利用技

術等を修得することが主であり、その中でIoTのような現状の産業ニーズに応える指導法ができるかが課題となっている。そこで、専門課程の総合制作実習で取組むテーマにIoT技術の要素を盛り込み、新たな付加価値をつける製品開発に取り組む指導法を考案した。一番の特徴はアジャイル開発手法を応用することにより、様々な利用者の意見を取り入れることで、ものづくりの高いモチベーションを維持し、訓練生の自主性を高めるものづくりを行った点である。

3. アジャイル開発を応用した指導方法

アジャイル開発手法は2001年にKent Beck氏、Mike Beedle氏ら17名の開発者により生まれたものであり、現在はGoogle等の情報産業をはじめとしてFBI等の他分野でも利用されている⁽³⁾。古くからソフトウェア開発では、ウォーターフォールモデル開発手法が有名である。図1に示すウォーターフォールモデル開発手法は、企画・計画・設計・実装(プ



図1 ウォーターフォール型とアジャイル型

プログラミング)・評価それぞれに専門の技術者が存在し、役割分担が明確である。ウォーターフォールモデル開発手法の強みは、大規模開発に優れているが、ソフトウェア開発においては十分な経験が必要となる。

一方、アジャイル型開発手法は計画、設計、実装、テストを短い期間で繰り返していくことで、開発者と利用者の不安が少ない状態で製品を開発することができる。アジャイル型はPDCAスパイラルアップと同じと思われるが、PDCAスパイラルアップは仕様書により開発順位を前もって決め、大きく仕様と外れたものは構築せず、仕様書に記載されている内容の質をあげていく。一方、アジャイル開発手法は仕様書を守るよりも、利用者・評価者との対話を重視し、動く製品を見てもらい、利用者との協調しながら開発を進めていくものであり、仕様書(計画)よりも利用者の声の変化に対応したものづくり手法である。

また、ウォーターフォールモデル開発手法やPDCAスパイラルアップ開発手法と比べて満足度が高い⁽⁴⁾。アジャイル開発手法の強みは「計画時には、ビジネス上、システム上の課題が未解決、開始後も変更の可能性大」となる開発に強いことである。すなわち、新規分野として適用例がまだまだ少ないIoTとは相性が良く、異なる専門の技術者と連携していくものづくりにおいて効果が発揮されている。

アジャイル開発手法を踏まえた指導方法を図2に示す。本手法は短期間かつ少数の学生で制作する専門課程の総合制作と相性が良い。アジャイル開発手法には、XP、スクラム等様々な手法があり、それぞれの手法にいくつかのプラクティスがある。最終的には表1に示す手法を用いて専門課程の総合制作に取り組ませた。学生は企画の段階で開発未経験者が多いため、早い段階で基礎的な知識と技能を習得するよう指示を行った。スプリントにある2~4週間程度の期間は、実際の訓練は4月から9月までは200分/週、10月からは400分/週であるため、2か月以内とした。また、スプリントレビューについては、職員以外とした。実際のアジャイル開発において評価者は製品が納品されるユーザだが、今回の指導法で

は、親子モノづくり教室や展示会等での制作物を見たお客様とした。その評価を学生が受け取ることで高いモチベーションの維持と自信につなげている。加えて、当校の広報にも役立つ結果となった。

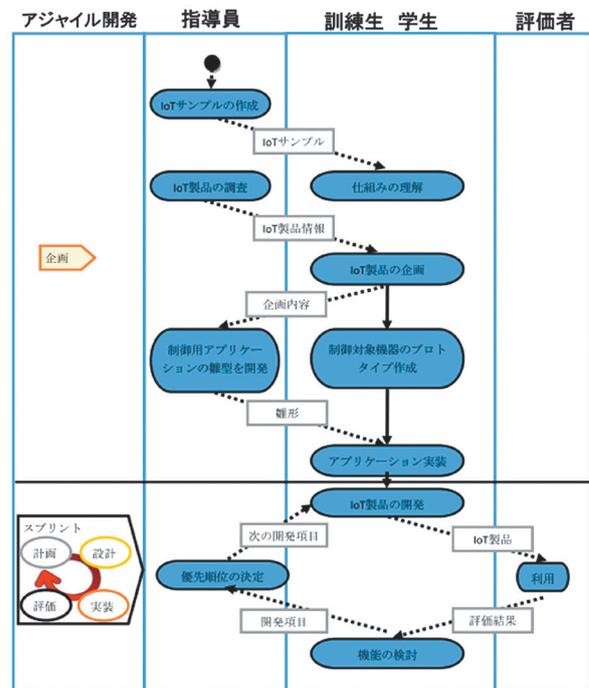


図2 指導方法の流れ

表1 職業訓練に取り入れたアジャイル手法

手法	内容
リリース プランニング	製品の機能優先順、開発期間等を全員で計画
スプリント	2~4週間程度で成果物の成果・評価を行い、それらを繰り返していく
デイリー スクラム	全員で15分以内に進捗状況と問題点を洗い出し「解決」する手法を決定する会議
スプリント レビュー	利用者に実物を見せ、評価を受ける手法
ペアプログラ ミング	2つの開発者がペアとなって1つのコードを構築する手法
スクラム ボード	共有ボードを利用して機能毎に「未着手」「作業中」「完了」に分類して表にする情報共有手法

4. 制作物

4.1 昨年度までの制作物

本指導方法による昨年度までの制作物を図3、4に示す。いずれも図中左のスマートフォン（以下、「スマホ」という。）の画面で操作でき、利用状況を記録できる。これらの機能は親子モノづくり教室、いわた産業振興フェア、オープンソースカンファレンス（以下、「OSC」という。）等の出展を通じて、様々な意見・要望をヒアリングし構築した。これらの動画を閲覧するためのURIとQRコードを図5に示す。



図3 スマホピッチングマシン [平成27年度]



図4 全方向移動ロボット [平成28年度]



平成27年度

<https://goo.gl/MIBX1B>



平成28年度

<https://goo.gl/jjZlQB>

図5 制作物の動画

4.2 スマホピッチングマシンの開発経緯

平成27年度での制作ではスマホゲームが好きではあるが運動が苦手な学生3名が課題に取り組んだ。リリースプランニングにより学生は、スマホゲームで選んだ投手の球種・速度の結果を実際のピッチングマシンに反映するものを企画した。指導員からは、スマホ（Android）からマイコン（Arduino uno）へWi-Fiを利用して数値を送るプログラムと、スマホ（Android）上で静止画を一定時間で切り替えるプログラムを最初に提供した。その後、学生たちはモータとキャスターの車輪、アルミフレームを基に球の射出機構を組み立て、1スプリント目を迎えた。その後の経緯を図6に示す。スプリントレビューでは、1スプリント目に親子モノづくり教室で、子供を中心に要望を聞き、2スプリント目ではOSCにてヒアリングを行った。図7にOSCでの評価結果を示す。

制作物は、ポリテックビジョンで賞を受賞するなど一定の評価を得た。一方で以下のような課題が学生から提言された。

制作物	スプリントレビュー後の要望
1 射出と制御用スマホアプリの作成	履歴を見たい [親子モノづくり教室]
2 ブラウザ上で保存した履歴を表示	発射するタイミングがわからない [OSC in Hamanako]
3 射出前部に表示灯を設置	

図6 スマホピッチングマシンのスプリント

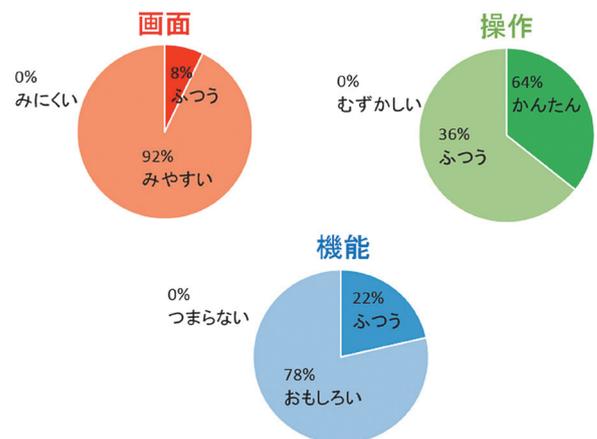


図7 スマホピッチングマシンの評価結果

- ① アプリケーション開発を行う際、新しい機能を追加しようとプログラムを調べたが、調べ方がわからず苦勞した。
- ② アプリケーション開発に重きをおきすぎて制御用機器の組立てが計画通り進まなかった。
- ③ 学生全員で作業し、内容を把握しているためスクラムボードがいない。

指導員がプロトタイプに役立つサンプルプログラムを提供した際、仕組みについてプログラムの内容のみ説明していた。結果的に、これだけでは不十分であった。すなわち、指導員がサンプルを作成する際、書籍やインターネットで調べる様からやってみせ、調べ方まで指導する必要がある。また、制御用機器の精度調整が間に合わなかった。直球は命中率が95%以上だったが、カーブやシンカーなどは命中率50%ほどとなった。この点はハードウェア専門の学生が必要だと判断した。スクラムボードについては、学生が言うようにチーム内が3名だったのでデイリースクラムで把握は十分だった。来年度は、これらの事を踏まえて学生に考えさせる必要があると判断した。

4.3 全方向移動ロボットの開発経緯

平成28年度には総合制作の学生3名からVR（仮想現実）、AR（拡張現実）を利用した移動体の制作がしたいと要望が上がった。現在、スマートフォンを利用した次世代製品としてVR（仮想現実）、AR（拡張現実）技術が浸透しはじめている。その中でARを組み合わせた移動ロボットがリリースプランニングにより企画された。まず、1スプリント目の前に、首フリの機構をどのようにするかを検討した。ここは未知の部分が多かったため、学生とともに開発を行った。図8, 9, 10に構築結果を示す。スマホ（Android）にあるジャイロセンサーから角速度を取得し、そこから積分プログラムにより角度を算出した。その結果を、マイコン（Raspberry Pi）に送り、カメラを設置している2軸のサーボモータの制御を行って首ふりを実現した。

これを基に地元の一流メーカー179社が集う「いわた産業振興フェア」の農業ブースへの出展が決まっ



図8 全方向移動ロボットプロトタイプ
[ARゴーグルの首フリと連動するモータ付カメラ]



図9 首フリ機能

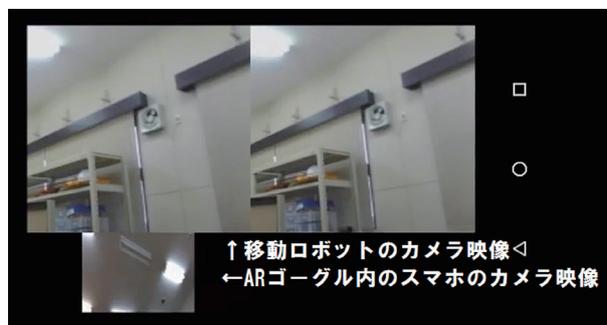


図10 首フリ機能のカメラ映像

ていたため、本制作物を出展した。利用者からは高評価を得ることができた。一番の評価は新規技術を適用した効果により中日新聞に掲載されたことである。本制作物が新聞に掲載されたことで学生のモチベーションが向上した。その後のスプリントの経過を図11に示す。農業用ドローンへの搭載が検討されたが、残りの短い開発期間から難しいと判断した。そこで、警備ロボットや撮影ロボットで利用しているオムニホイールという全方向移動可能なタイヤで制作しようと学生から提案があり、制作物に3基設

	制作物	スプリントレビュー後の要望
1	首ふり運動カメラの制作 	移動体に設置したのが見たい 
2	オムニホイールを使った全方向移動機能を搭載 	ゴーグル装着時の操作方法がわからない [OSC in Hamanako] 
3	・操作用センサグローブの制作 ・顔認識機能の構築 	

図11 全方向移動ロボットのスプリント
※1スプリント目と3スプリント目において写真付きで中日新聞に掲載

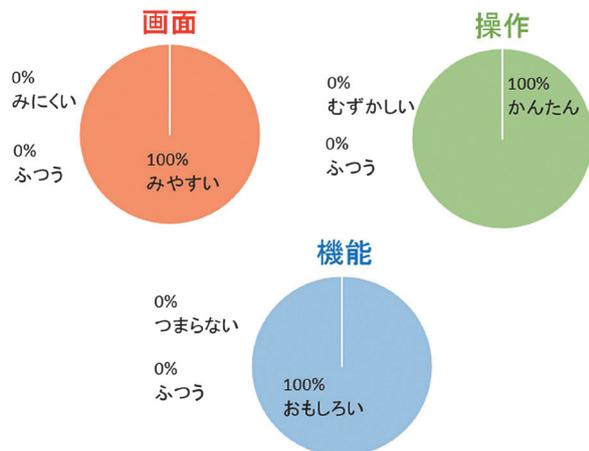


図12 全方向移動ロボットの評価結果

優秀賞 10作品 副賞：Amazonギフト券 5000円

KWBファミリア (チーム、大学生) Ben The Checker
浜松職業能力開発短期大学校 電気エネルギー制御科卒業生 (チーム)
首ふり運動カメラ搭載移動ロボット ～スマートフォンで～

久保田 昌宏さん 本格派手作りプライズゲーム「Torde (とるで)」
時本 芳則さん ラズパイを使った、スマホの子機になる黒電話
塚田 真規さん ペアメタラインペーダーゲーム
齋藤 貴広さん パイセロでつくる虹彩認証ロック
末田 陽一さん dnksh BUTTON どくしょボタン

図13 みんなのラズパイコンテスト受賞結果

<http://coin.nikkeibp.co.jp/coin/itpro-s/seminar/LIN/rpic/index.html>

置した。前年と同様にアンケート評価はOSCで行った。その結果を図12に示す。昨年度と比べて全員から高評価を得ることができた。

加えてラズパイマガジン、日経Linux、日経ソフトウェア主催みんなのラズパイコンテスト2017の優秀賞を受賞し、ラズパイマガジンと日経Linux、日経ソフトウェアに受賞結果の報告記事が掲載された。受賞のWebサイトを図13に示す。

5. 学生の評価

制作を行った6名について、総合制作にかかるアンケートを行った。アンケートの集計結果を表2に示す。ここでは、独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構で制作され大学校で行われている「授業改善のためのアンケート票」を利用した。今回は企画から評価まで1ヶ月単位の短い期間で開発を繰り返し、学生が主体となって行っていた。学生自身も設問「1」とアンケート結果にもある通り、コンセプチュアルスキルの重要性も感じ、それを実行し積極的に取り組んだ。加えて設問「6」について全員が「作業時間が適切であること」について回答したことは驚いた。今回は総合制作の時間内で行っていたが計画的に進められたことを証明している。

一方で設問「2」「4」「8」については同じ学生が回答している。これは2年目に取り組んだハードウェアとプログラム評価の内容を考えた学生である。企画当初から、こちらからの提案でハードウェア専門の学生を配置したが、その点で若干の不満が出る結果となった。次回からは、この結果を十分に説明し課題を行う学生と協議しながら対応していく必要があると考えている。

表2 学生(6名 2チーム×3名)の評価結果

設問	回答	
1 あなたは、この授業について積極的に取り組みましたか	はい	6
	どちらかと言えばはい	0
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
2 あなたは、この授業について教員と意思疎通が図れましたか	はい	5
	どちらかと言えばはい	1
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
3 あなたは、教科全体の中でこの授業の目的と必要性について、理解できましたか	はい	6
	どちらかと言えばはい	0
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
4 あなたは、目標とする知識や技能・技術が身についたと思いますか	はい	5
	どちらかと言えばはい	1
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
5 指導方法について、説明の仕方は、わかりやすかったですか	はい	6
	どちらかと言えばはい	0
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
6 この授業の進行速度は、適切でしたか	はい	6
	どちらかと言えばはい	0
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
7 使用された教材は適切だと感じましたか	はい	6
	どちらかと言えばはい	0
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0
8 この授業に関連する他科目とのつながりは、適切でしたか	はい	5
	どちらかと言えばはい	1
	どちらかと言えばいいえ・いいえ	0

アンケート中にヒアリングした主な意見
・正直、できないと思っていた
・子供と触れ合えるものづくりが楽しかった
・サンプルがあって助かりました (2件)
・チームメートとの連携が大切だと実感した (2件)
・スケジュール管理が重要だとわかった (3件)
・ハードだけではなくてソフトもやりたかった

6. 今年度の取り組み

2017年12月25日現在、今年度は遠方や人が入りにくい狭小空間を移動する「探検ロボット」を制作したいと学生5名から要望が上がった。ただし、多脚とクローラのどちらを使うかで議論が長引き、最終的には両方利用した複合型として制作を進めた。図14に2スプリント目を終えた制作物、図15に動画用URI、図16に開発経過、図17に12月に2スプリント目の評価を受けるために参加した全国の商品化を目指すベンチャー企業が競う日本最大級ハードウェア

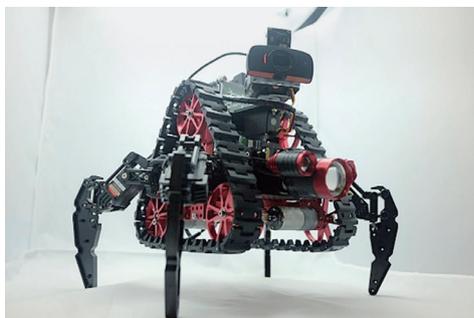


図14 複合移動型探検ロボット [平成29年度]



<https://youtu.be/nJ2mngYTfS4>

図15 制作物の動画 [平成29年12月25日現在]



図16 複合移動型ロボットのスプリント



図17 GUGEN2017の出展（東京秋葉原）

コンテストGUGEN2017の出展風景を示す。

創造性が高いベンチャー企業のエンジニアから多くの評価と製品化するうえで足りない部分の整理をすることができた。この結果を受けて3スプリント目を1月から取り組む予定である。

7. 最後に

ものづくりの道具として今回はアジャイル開発手法を適用し、ものづくりを進める自由と権限を学生に与え、尊重することでモチベーションを維持することが出来た。また、限りある時間の中で実物の動作を確認しながら、機構外の方々からも認められるIoT機器を制作できた。これは仲間と指導員だけではなく、制作物の利用者と十分なコミュニケーションがとれたためである。これからも訓練生・学生・技術者のために多くの職業訓練の現場を見ながら、笑顔でできる効果・効率の良い訓練技法を模索していきたい。

<参考文献>

- (1) 総務省 情報通信国際戦略局：IoTを巡る技術動向と今後の展開 (<http://www.hats.gr.jp/japanese/seminar/2015/02.pdf>)
- (2) JR-EAST Innovation 2015：IoT：AIが変える、未来の鉄道のオペレーション (https://www.jreast.co.jp/development/tech/pdf_54/tech-54-01-06.pdf)
- (3) Jeff Sutherland：スクラム 仕事が4倍速くなる“世界標準”のチーム戦術 (2015)
- (4) IPA：アジャイル型開発におけるプラクティス活用リファレンスガイド (2013)