

## エンジニア教育における持続可能な学習環境モデルの提案 — 高校ロボコンを事例として —

### Sustainable Learning Environment Model in Engineering Education - High School Robocon as a Case Study -

荒川 龍聖<sup>\*1</sup>, 太田 光一<sup>\*2</sup>, 長谷川 忍<sup>\*2</sup>

Ryusei ARAKAWA<sup>\*1</sup>, Koichi Ota<sup>\*2</sup>, Shinobu HASEGAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科

<sup>\*1</sup> Graduate School of Advanced Science and Technology, JAIST

Email: s2520001@jaist.ac.jp

<sup>\*2</sup> 北陸先端科学技術大学院大学遠隔教育研究イノベーションセンター

<sup>\*2</sup> Center for Innovative Distance Education and Research, JAIST

あらまし：近年，少子高齢化による技術者の人手不足や生産性向上等の社会課題の解決のため，「ロボット Sler」という業界が世界中で注目されている．しかしながら，国内では需要に対して質・量ともに不足しており，早急な対応が必要な状況である．この問題に対して本研究では高校ロボコンを事例としたエンジニア教育における持続可能な学習環境モデルを提案する．

キーワード：E-Learning by doing, learning by Refining, Robocon, 教育工学, 持続可能な学習環境

#### 1. はじめに

近年，少子高齢化による技術者の人手不足や生産性の向上等の社会的課題の解決にロボット導入を伴う自動化への期待が高まっている<sup>(1)</sup>．そのため，生産ラインにロボットを導入し，自動化を推進するロボットシステムインテグレータ（以下，ロボット Sler と略す）という業界が世界的に注目されている<sup>(2)</sup>．しかし，国内では急激な需要増加に対して質・量ともに不足している．また，ロボット Sler に求められる人材はその専門的な業務内容により実践経験による高度なスキル・経験が求められ，熟練者による技術伝承のみでは，若手技術者を一定のレベルまで育成する負担が大きいという問題がある．これらの観点から早急なエンジニアの人材確保のために若手技術者を育成する汎用性の高い学習支援を実現することが必要である．この状況を打開する案としてロボットコンテスト（以下，ロボコンと略す）を用いた技術教育がある．ロボコンとは与えられた競技課題を製作したロボットにより解決することを通じて技術力と独創力を競う大会である<sup>(3)</sup>．ロボコンによるエンジニアの教育方法は技術者として必要な知識や概念を実践的に学ぶことにより，短期間で高い教育効果が見込めるため，その有効性が期待されている<sup>(4)</sup>．しかしながら，多額なロボット製作費や専門知識を持つ指導教員の不足などがあり，ロボットを製作できる環境が極めて少なく，短期間での探求学習として用いられているのが現状である．こうした背景から，本研究ではロボットを製作する環境や学習者自身の学習状況に着目し，高校ロボコンに特化した学習環境を構築し，ロボット工学全般における持続可能な学習環境モデルの基礎指標を定め，若手技術者を短期間で効果的に育成する方法論の構築を目指す．

#### 2. 持続可能な学習環境モデルの構想

##### 2.1 高校ロボコンの概要・課題

本研究の対象である高校ロボコンとは，全国高等学校ロボコン競技大会といい，文部科学省が主催している全国産業教育フェアの一環として行われている<sup>(5)</sup>．全国の工業高校生が各高校でチームを構成し，毎年異なる課題で競技を行うため，ロボット全体の仕組みや構造を限られた期間内で工夫して，どのように実現するかを実践的に学ぶことができる．また，大会に出場するには必ず各工業高校に高校ロボコンの活動をサポートする指導教員が必要である．しかしながら，退職や高齢化により指導できる教員が年々減少傾向にある．また，新人指導教員を育成するにも高校教員としての通常業務に加え，専門性の高さ故に指導の負担が大きい．その結果，十分な伝承が行われず出場を辞退するといったこともある．これらの高校ロボコンの競技概要と課題は，先述したロボット Sler の求められる人材像と育成の課題と酷似しており，高校ロボコンに特化した学習環境を構築することで持続可能な学習環境モデルの基礎指標を定めることができると想定される．

##### 2.2 教育環境の全体構想

本研究では，ロボット工学全般における持続可能な学習環境モデルの基礎指標を定めることを目的とする．目的を実現する上で学習者自身が主体的に学び，考えながらロボットを製作できることを重視し，「デジタルベース」：いつでも閲覧可能なオンライン映像授業を主軸とする場，「実践ベース」：アクティブラーニング方式を主軸とする場，「連携ベース」：地域と企業との連携を主軸とした場．の3つの場から構成される学習環境を構築する．（図1参照）．

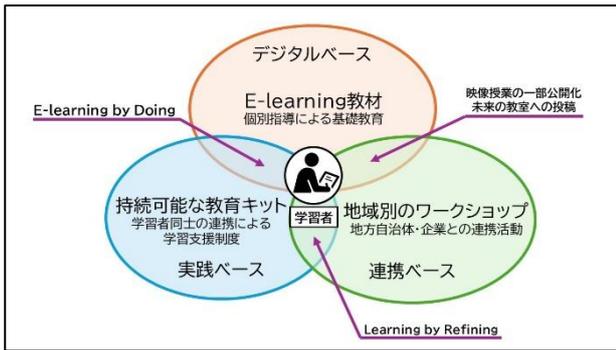


図1 構築する学習環境の構想図

### 2.3 教育カリキュラムの詳細構想.

#### ● E-learning by Doing による教育

インターネットの普及により、E-learning 教材が注目され、教育機関での学習者の学習状況を個別管理・指導できるようになった。しかしながら、工業高校などの専門科目が多く存在する高校では熟練技術者や教員などの感覚型暗黙知を映像授業で表現することが困難であり、E-learning 教材の普及率が現状低いという問題がある。感覚型暗黙知とは非接触型感覚の目および接触型感覚の手・足・体などに依存し、言葉や表現が困難で記述しづらい知である<sup>(6)</sup>。特に振動、表面粗さといった感覚は数量化も困難である。そのため、E-learning 教材のみではエンジニア教育には不十分である。この問題に対して、本研究ではE-learning の場面に合わせて、教材キットへ感覚データを送信することができる「エンジニアの感覚型暗黙知」に特化した E-learning by Doing 教材の実装を行う<sup>(7)</sup> (図2 参照)。

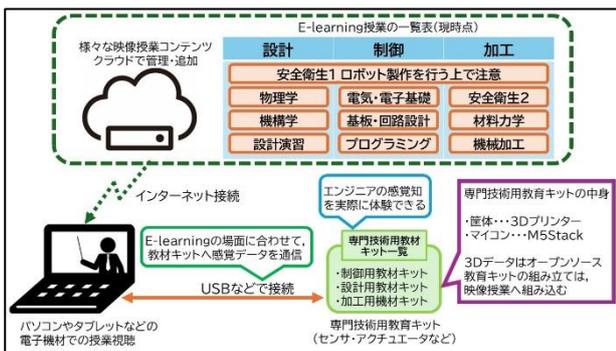


図2 E-learning by Doing 教材の構想図

#### ● Learning by Refining による教育

近年、AI や IoT などロボット技術を中心とした先端技術の急激な発展によって、Society5.0 が実現されつつある<sup>(8)</sup>。新たな社会では自ら課題を発見し解決手法を模索する、探究的な活動を通じて身につく能力・資質が重要となり、これを実践できる教育・人材育成システムの実現が教育機関に求められている。工業高校も例外ではなく、最先端技術の教材は、その都度開発されるが高額であるため、使い回される

うちに次第に技術が古くなるという課題がある。本研究では、学習者が教えることで学ぶ Learning by Teaching と、学習者自身が教材に対して改良や改善することができる環境 Community of Practice を構築し、持続可能な新しい工学系教材モデル Learning by Refining を構成する (図3 参照)。

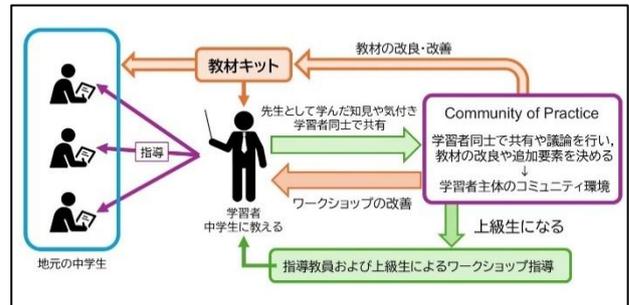


図3 Learning by Refining の構想図

### 3. まとめ

本研究では、ロボット Sler の需要に対して質・量ともに不足していることを課題と設定し、ロボット Sler に求められる人材像と育成の課題と酷似している高校ロボコンを事例としたエンジニア教育における持続可能な学習環境モデルを提案した。将来的には受講生が「自分自身が何で心を動かされて、何に感動するのか」を探す場所または環境として活用できるデジタル学校もしくはデジタルコミュニティ環境として発展させたい。今後の展望として、構築する学習環境モデルの実施環境および評価方法を確立する。

#### 参考文献

- (1) 内閣府：“統合イノベーション戦略 2024[全体版]”，pp.17-18 (2024)
- (2) 経済産業省関東経済産業局：“ロボットシステムインテグレータ（ロボット Sler）業界の人材確保に関する調査報告書”，地域経済部デジタル経済課，pp.59-67 (2017)
- (3) 森政弘：“ロボコンの人間教育的意義”，日本ロボット学会誌，Vol.27, No.9, pp.964-966 (2009)
- (4) 渡邊香，馬躍航，内田尚登，河野仁，大海悠太，鈴木秀和：“競技型ロボット教育科目における教育効果の検証”，工学教育，Vol.69, No.6, pp.6\_100-6\_105 (2021)
- (5) 文部科学省：“全国産業教育フェア”，[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/shinkou/mext\\_01560.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/mext_01560.html) (参照 2025-4-1)
- (6) 森和夫：“熟練技の特性と次世代への継承，育成における課題”，日本労働研究雑誌，Vol.724, pp.74-84 (2020)
- (7) Bouarab-Dahmani, F., Comparot, C., Si-Mohammed, M., Charrel, P. J.: “Ontology based teaching domain knowledge management for e-learning by doing systems.” Electronic Journal of Knowledge Management, Vol.13, No.2, pp.156-171 (2015)
- (8) 内閣府：“Society 5.0”，[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) (参照 2025-4-1)