

# ミニチュアレゴ建機を活用した情報化施工管理演習の実践

込山 晃市  
長岡工業高等専門学校

## 1. はじめに

建設プロセスにおける施工では、日々の現場の進捗に応じて適切な対応を行う必要があることから、知識のみならず、偶発的な事象の予測、対策を取ることのできる柔軟性や、チームとして行うためのコミュニケーション力など、経験として蓄積される能力も必要である。

また、建設業界では近年 ICT を活用した施工や DX に向けた技術が普及しつつある。そういった技術や経験は、インターンシップや現場見学できる場合もあるが、教育機関における施設内にてそういった経験を行うことのできる実習設備を整えることは難しい。そこで、ICT 活用工事現場を教室スケールに落とし込み、施工管理についての演習教材を開発し、実際に実習として行った事例についての報告を行う。

## 2. 教材の開発

### 2-1 ミニチュア建設機械の作成

本教材は、教室内で簡易的に情報化施工工事現場を再現するため、レゴマインドストーム EV3（以下 EV3）を使用した。EV3 は本校の電気・電子制御系学科においてセンサーやプログラミングの実験教材として活用されている。

EV3 のセンサーにて取得した情報から、自動運転が行えるマシンコントロールシステムを搭載したミニチュアのブルドーザー（図 1）を製作した。製作したブルドーザーの下部中央にカラーセンサーを取り付け、表 1 の通り地面の色を判別して動作が変化する。また、自動運転のみでは解決できない事象に対応するため、赤外線センサーによる動作の停止と遠隔操縦も可能となるプログラムを組み込んでいる。



図 1 EV3 で作成した MC ブルドーザー

表 1 色と動作の対応

色	動作
白	毎分 4m の速度で移動
黒	前後の移動方向を切替
赤	前方向に対し左に 90 度旋回
緑	前方向に対し右に 90 度旋回
黄	次の色を 1 回だけ無視

### 2-2 演習方法の設定

演習のフィールドは、180cm×90cm の白色プラスチックダンボールに格子間隔 10cm の線を引いて作成し、その内 20cm 格子の測点を配置している。このフィールドを基本的には 4 枚組み合わせ、任意の 2 測点到に置かれた土砂（に見立てた毛玉）を別の 2 測点到に運搬する工事という設定としている。ブルドーザーの搬入出口は 1 箇所であるため、一筆書きの施工計画を立てて全ての土砂の運搬を行う。基本的には自動運転での施工を想定しているため、フィールド上にカラーテープを貼り付け、ブルドーザーがカラーセンサーで読み取り移動する。

演習では学生が 3、4 名でチームを作り、安く品質の良い施工を目指すための計画を行う。各チームで土砂の初期位置と運搬先を変えた工事とし、設定された請負金額より、人件費や機械の賃料などを踏まえた予算管理。土砂の運搬先の測点到に適切に土砂がおさまっているかを評価指標とした品質評価、想定外の事象等で遠隔操縦に切り替えた施工を行うことによる、工事点数の減点。コースアウト等の事故扱いによる工事点数の減点。人力の介入などでの罰則要素を取り入れている。

本教材を活用する対象の学年や時間に応じて、フィールドの大きさや運搬量の調整、突発的な事象の発生など、難易度の調整が行えるようにしている。

### 3. 活用方法

#### 3-1 授業での活用

本教材は、本校の環境都市工学科 5 年生の実験の 1 回分（180 分）で活用されている。上記の通り演習についての基本的な要件は最初に説明し、授業最初の 60 分間を施工計画の立案と、ブルドーザーの操作や動作確認の時間としている。この際、学生一人一人に業務を分担させ、必要以上の説明を行わず全てテキストに記載している。これは、工事の仕様書を読み込み、施工に必要な品質・出来形・安全管理に関する項目、施工の流れをチームとして把握するために各自で理解するための練習ともなっている。



図2 授業での施工計画の様子

#### 3-2 専門学科以外での活用

海外の学生とのものづくり交流事業において、日本の建設工事における ICT 活用をテーマに、本教材を活用した交流プログラムを実施した。土木・建設系以外の学生の多くが参加していることと、全 5 日間のプログラムということもあり、ブルドーザーの制作、プログラミング、施工と段階を分けて行うこととした。ブルドーザーは簡易版を製作しておき、様々なレゴパーツだけでなく、距離の測定できる超音波センサーやタッチセンサーなどを追加し、自分たちでプログラムを組むことでより自由度の高い動作が可能となっている。最終的な施工の内容は変化がないが、今回は施工管理だけでなく施工に至るまでの過程においての役割分担等も演習の中に組み込んだ形となった。

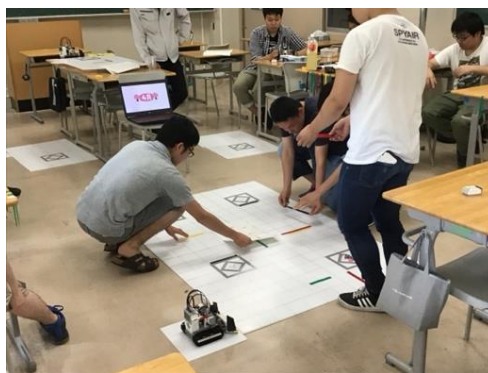


図3 施工の実施状況

#### 3-3 出前授業での活用

香川高専において、本教材を用いた出前授業を行った。本校とは違い 90 分間の授業時間の中ではあったが、学生の人数も少ないという状況であった。そのため、フィールドを半分にし、施工計画に時間がかからないよう調整をし、施工前に人為的なアクシデントを発生させることで、ICT 活用の部分よりも施工管理における想定外の対応について主に経験するような内容で行った。

### 4. 演習の評価

演習が終わった後、レポートやアンケートにより体験した学生より本教材についての感想を書いてもらった。各学生が担った役割によって様々ではあるが、「想定外のことに対し、あらかじめどうい対応をするのか決めておけばよかった」、「誰が最終的に判断するか決めていなかった」、「自身の役割をもっと明確に事前に理解しておくべきだった」などという、チームで活動する上での決め事の重要性や、あらかじめ様々な想定をしておく、その対応を考えておく必要性についての回答は半数以上の学生から見られた。

演習を行ってきた中で、当初の施工計画通りに全ての工程を終えたチームはなく、少なからず想定外の事象や機械的な不具合やトラブルの発生があった。その原因としては学生の準備不足であったり、人為的なものであったりと様々であるが、臨機応変な対応が必要になった場面で、チーム内で柔軟に対応策を考え、それを実行するというプロセスを踏ませることで、その重要性を理解させることができたと考えている。

### 5. 最後に

本教材を開発し実践を始めてから 6 年が経過した。当時は i-Construction に向けた動きが始まったところであったが、現在も日進月歩で技術が進んでいる。本演習を受講した学生が社会に出た時に、建設業界の技術の一端を担う技術者となれることを期待し、今後も改良を加えながら情報化施工演習を行いたい。