

初学者を対象とした CIM 教育プロセスの検討および実施報告

日大生産工(院) ○天川 瑞季 日大生産工(学部) 塩出 悠真
日大生産工(学部) 箕輪 瑠太 日大生産工 永村 景子

1. はじめに

BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling / Management)とは¹⁾、建設事業において、計画から調査・設計、施工、維持管理、更新に至る一連の過程の情報を一元化し、3Dデータを扱うことで、建設業務の効率化・高度化を図る取り組みである。

わが国では少子高齢社会の進行、人口減少に伴い、建設業界においては技術者の高齢化や不足が深刻化し、技術者の人材確保や育成が求められている。国土交通省²⁾では、2023年度までに小規模なものを除く全ての公共工事についてBIM/CIM活用への転換を実現する予定である。これらの背景から、今後建設業の効率化を図ることのできるCIM技術者を需要が高まると考えられる。これをふまえると、土木系学生が卒業時にCIMのスキルを身に付けておくことは意義深く、大学においても、専門教育として、CIM人材の育成への対応を要することが見込まれる。

そこで本研究では、将来的にCIMに携わる技術者の育成を図るため、大学教育におけるCIM教育プログラムを整備することを目的とする。本稿では、初歩的なCIM教育プロセスを2019年度・2020年度・2021年度の3年間にわたり、検討・実施した経過を報告するものである。

2. 研究対象

本研究の研究対象は、専門分野の基礎知識を習得し、進路選択を目前に控えた大学生(学部3年生)とする。学生を対象としていることから技術・技能だけではなく、社会人基礎力につながる能力を養成するCIM教育プログラム構築を目指す。大学卒業時にCIMに最低限必要な3Dツール(ソフトウェア・ハードウェア)を用いて、3Dモデル空間を扱うことができる「学生CIM人材」を育成することを最終目標とし、本稿では導入段階の教育プロセスを対象とする。

3. 研究の流れ

本研究で扱うCIM教育プロセスは、CIM教育プログラム構築に向けレベル別演習の流れを実施(運用)することと定義する。3章では、CIM教育のプロセスの流れについて、PDCAサイクルの実施について述べる。

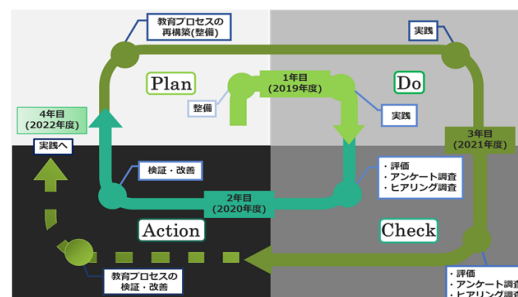


図-1 PDCA サイクルの概念図

(1) CIM 教育プロセスの流れ

本研究では、年度毎にCIM教育プロセスを実施・検証するPDCAサイクルを繰り返し回すことで、教育プログラムとしての完成度を高めていく。一般的な社会人・技術者を対象とするCIM教育プログラム³⁾の場合、実践的な技術スキル習得を目指すものが多いのに対し、学生を対象とした場合は先述の通り、社会人基礎力の養成や導入段階のCIM技術の教授が重要となる。本研究で整備するCIM教育プロセスでは、①CIMについて興味を喚起し、CIM人材の裾野を広げること、②演習課題のテーマを馴染みやすいものにするすることで、3Dデータを扱うことに対する抵抗感を無くすこと、といった2点を重視してPDCAサイクルを繰り返す(図-1)。

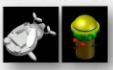
(2) PDCA サイクルの実施

本研究では、各年度でPDCAサイクルを1周させる。「Plan」の段階では、当該年度の時間割構成に合わせたCIM教育プロセスの整備を行う。次に「Do」の段階として、各科目を開講・実施し、CIM教育プロセスを実践する。「Check」の段階では、①受講者のCIM技術習得状況、②3Dツール利用に対する印象、③3Dツールに対する興味喚起の状況、の3項目を評価することで、CIM教育プロセスを検証する。受講者が、作成した3Dモデルのルーブリック評価や、受講後のアンケート調査・ヒアリング調査を行う。最後に「Check」で得た成果を受け、「Action」の段階として教材や各科目の運用方法を再検討し、次年度のCIM教育プロセス実施に向けた課題や改善点を抽出する。

Report of the PDCA cycle about developing the CIM educational programs for college students

Mizuki AMAKAWA, Yuuma SHIODE, Ryuta MINOWA and Keiko NAGAMURA

表-1 CIM 教育プロセスの詳細

対象科目	レベル	内容	使用したソフトウェア ハードウェア	授業態勢
科目A	Lv.0 (2019/2020/2021)	既存の教材を用いた 初級編の演習	Civil3D InfraWorks UAV 3Dレーザースキャナー	講義6回1セット ※2グループ実施 15名(計30名)
	Lv.1 (2019/2020/2021)	3Dツール活用の演習 	Civil3D	
科目B1	Lv.2 (2021)	3Dツール活用の実践 	Civil3D InfraWorks 3Dレーザースキャナー	講義6回1セット 約10名
科目B2	Lv.3 (2019/2020)	オリジナル教材を用いた 中級編の演習 	Civil3D	講義15回1セット 約10名

4. CIM教育プロセスの整備(表-1)

本章ではPDCAサイクルのPとして、CIM教育プロセスにおける、(1)レベルの設定、(2)演習内容の設定、(3)使用するソフトウェア・ハードウェアについて述べる。

(1) レベルの設定

対象科目は、3年次必修の演習系科目である科目A・科目B1・科目B2とする。対象科目では、CIMに関わる最低限のソフトウェア・ハードウェアを知る導入的な段階から、基礎的な知識・スキルを身に着ける初級～中級程度の内容を、段階的に習得するよう習得レベルとして、Lv.0～Lv.3を設定した。Lv.0からLv.2を習得した学生は、基礎的な知識を身に着けテキスト等を参照しながら、3Dモデルを扱うことができる「初心者CIM人材」と位置づけた。科目Aおよび科目B1では、「初心者CIM人材」を養成する。Lv.3は、科目B2を受講することで、より高度に3Dモデルを構築できることとした。一連のCIM教育プログラムを経てLv.3まで習得した学生は、「学生サポート」として後輩学生(次年度の受講生)への教授する。さらに研究プロジェクト活動に参画し、実務に近い形でCivil3Dを操作することができる学生は、「学生CIM人材」と位置付ける。

(2) 演習内容の設定

演習科目A・B1・B2はそれぞれ、講義1回を90分×2コマの180分で実施する。授業体制は、教員1名、学生サポート4名の計5名で行い、学生サポートは、受講者のサポート・質問対応を行う。

(3) 使用するソフトウェア・ハードウェア

CIM教育プロセスでは、無償の教育機関ライセンスが提供されているAutodesk社の3種類のソフトウェアを使用する。①2D図面や3D図面を作成する製図ツールであり、土木設計・製図に優れている「Civil3D」、②地形データ・点群データ・3D図面データ等を統合し

たモデル空間を作成でき、プロジェクトを広域で評価・検討することに優れている「InfraWorks」、③航空写真やオブジェクト写真の3Dモデルへ変換や、点群データの整理・統合や、計測ができる「ReCap(ReCap PhotoおよびReCap pro)」を用いる。

ハードウェアは、地上からデータを取得する3Dレーザースキャナーと、上空からデータを取得するUAVの2つを用いる。CIM環境の整っていない就職先でも比較的導入しやすいよう、小型かつ安価な機器を使用している。3Dレーザースキャナーは、Leica社のBLK360を用い、4 撮影データの撮影・読み込みにはReCapを用いる。UAV(ドローン)は、屋外で学生が操縦・撮影できるよう、航空法適用外の機体であるDJI社のMavic miniを用いる。

5. CIM教育プロセスの実践

本章では、PDCAサイクルのDであるCIM教育プロセスの実践として、対象科目の実施(運用)状況をそれぞれ述べる。

(1) 科目A：CIMに関する基礎知識・基本操作の習得

科目Aでは、Lv.0からLv.1を通して、3Dツールについて知り、触れる機会として、基礎知識や基本操作を教授し、簡単な操作を身に着けることを目標とする。

Lv.0・Lv.1は、ともに2019年度・2020年度・2021年度の3年間実施している。Lv.0では、受講者はCivil3D、InfraWorks、ReCap、UAV、3Dレーザースキャナーの基礎知識や基本操作を体験する。InfraWorksでは任意の地点の地図情報を読み込み、架空の都市の3Dモデルを作成し、基本的な操作を体験する。UAVは、教員1名・学生3名立会いのもと、操縦・手動撮影し、撮影画像から点群データ作成過程を体験する。3Dレーザースキャナーでは、基本的な操作方法、Recap proを用いたデータの撮影から処理までを体験する。演習は、Civil3Dを中心とし、配布したテキストに沿って、既存キャラクター(ドモ君)の2D製図を行う。ここまでのプロセスをLv.0としている。

Lv.1では、3Dツール活用の演習を実施する。既存キャラクター(ドモ君)の3Dモデルをテキストに沿って作成しながら、Civil3Dの3Dのモデリングの基本操作を習得した後、科目Aの最終課題として、各受講生が自身で創造しスケッチしたゆるキャラを、Civil3Dを用いて3Dモデルを作成することで、具現化する。

科目Aでは、2020年度から2021年度にかけて3次元ツールに触れる時間の増加、教材の作成を行った。

(2) 科目B1：3Dツールを活用した実践的演習

科目B1はLv.2に位置付けており、実践的な演習を実

施する。科目A(Lv.0・Lv.1)で教授した基本操作を活用することで、3Dツールに対する理解を深めることを目標とする。

Lv.2では、3Dツール活用の実践としてCivil3D、InfraWorks、3Dレーザースキャナーを用いて実施する。学内の対象エリアのリニューアル(空間整備)のプランニングをテーマに、現地にて3Dレーザースキャナーを用いて点群情報を取得する。プランニング内容の詳細をInfraWorksにて、空間イメージを表現し、提案発表する。必要に応じて、Civil3Dを用いて空間イメージに必要なファニチャー等の3Dモデルを作成する。

なお、当科目は2019年度・2020年度のCIM教育プロセスの実施・検証を経て2021年度に新たに設置した演習であることを付記する。

(3) 科目B2：実務的スキル習得に向けた中級演習

科目B2はLv.3として、基礎的な知識・スキルを活用した実践力を前提として、実務的な操作を身に付けることを目標とする。

Lv.3は、2019年度・2020年度の2年間実施しており、2021年度も実施予定である。Lv.0～Lv.2までは学生向けの初級の演習であるのに対し、Lv.3は中級の演習と位置付けられる。Civil3Dを中心とした演習には、社会人向けの講座用テキストで扱うような実務的操作方法を、学生が理解しやすい解説や演習内容へとアレンジしたオリジナル教材を用いる。例えば、地形モデル(サーフェス)の作成といった実務的な内容を扱い、社会人向けの講座を網羅することを目指す。本科目の最終課題は、4～5人ずつのチームを編成し、Civil3Dを用いて、チームごとに1つの3Dモデル成果物を作成する。この演習では、複数の3Dモデルの配置や位置合わせといった操作スキル向上に加え、チームにおける自らの役割を考えながら、成果物を作成するチームワーク力養成にもつながる。

6. CIM教育プロセスの検証

前章までに述べた通り、CIM教育プロセスの整備と実践を行った。そこで本章では、大学生を対象に実施したCIM教育プロセスに対し、①受講者のCIM技術習得状況、②3Dツール利用に対する印象、③3Dツールに対する興味喚起の状況、の3項目を評価することで、CIM教育プロセスを検証する。

(1) 受講生のCIM技術習得状況の把握

科目Aでは、最終課題として、各受講生が自身で創造しスケッチしたゆるキャラを、Civil3Dを用いて3Dモデルを作成することで、具現化する。科目A終了後の受講者のCIM技術習得状況を把握するため、最終課題では受講者に3Dモデル作成開始前に原案スケッチを作成・提出させ、最終的に提出される3Dモデルと比較し、

評価する。評価項目は、課題の条件を満たすか、最低限習得すべきスキルを適用しているか、を判断できるよう独自に6つの項目(1：原案評価、2：再現性、3：応用性、4：複雑性、5：機能の使用(押し出し)、6：機能の使用(フィレット))を定めた。各項目5点満点の合計30点満点で、ルーブリック評価を行う(表-2)。

図-2は、2019年度・2020年度・2021年度に受講者が作成した3Dモデルとその評価結果である。各3次元モデルは、上述6項目・30点満点のルーブリック評価結果を、レーダーチャートに示したものである。レーダーチャートの形を見ると、2019年度は偏っていたものが、2020年度はやや均等になり、2021年度には外側に広がっており、少しずつ受講者の習得レベルが向上している様子がうかがえる。

(2) 3Dツール利用に対する印象

科目A終了後、受講者を対象としたアンケート調査を実施し、CIM教育プロセス習得状況に係る自己評価や3Dツール利用に対する印象を把握した。「Civil3D・InfraWorks・ReCap・3Dレーザースキャナー・UAVそ

表-2 ルーブリック評価

評価項目	点数	評価基準
原案評価	0点	全く活用できていない
再現性	1点	一部の機能が活用していなかった
応用性	2点	各機能を活用していたが、一部できていなかった
複雑性	3点	各機能を活用できた
機能の使用(押し出し)	4点	各機能を活用して活用できた
機能の使用(フィレット)	5点	十分に計画し、各機能を活用して活用できた

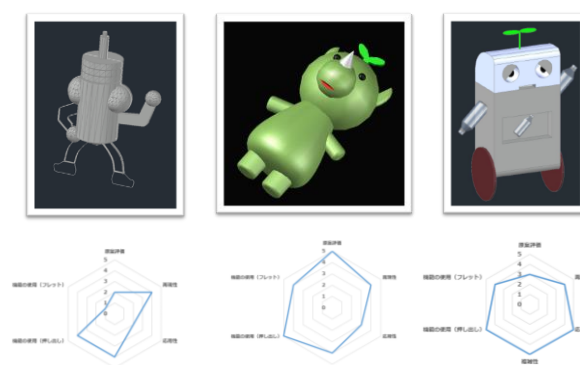


図-2 科目Aの最終課題(3Dモデル)とルーブリック評価結果

表-3 科目A受講後の3次元ツール利用に対する印象

年度	ソフトウェア		
	InfraWorks	Civil3D	ReCap
2020	平均：4.7点 人数 作業量(時間)	平均：4.5点 人数 作業量(時間)	平均：4.1点 人数 作業量(時間)
2021	平均：4.2点 人数 作業量(時間)	平均：5.5点 人数 作業量(時間)	平均：4.0点 人数 作業量(時間)

れぞれの理解度」,「最終課題への取組み状況や完成した3Dモデルの自己評価」,「3Dツールに対する興味の度合い」,「(Civil3D, InfraWorks, ReCapを対象に)どの程度の作業量であれば今後もやってみたいと思うか」といった項目で実施した。本稿では紙面の都合上,受講者の3Dツール利用に対する印象を把握するため,「どの作業量なら今後もやってみたいと思うか」に着目し,検証する(表-3)。選択肢は作業量(時間)として,①それ以上の期間で完成する作業(ピンク),②1か月程度で完成する作業(水色),③1週間程度で完成する作業(黄色),④1日程度で完成する作業(緑色),⑤5時間程度で完成する作業(山吹色),⑥1~2時間程度で完成する作業(赤色),⑦30分程度で完成する作業(青色),⑧一切やりたくない(紫色),の8種類を設定した。図-5のグラフは,各年度・各ソフトウェアに対する回答結果を,縦軸に回答人数,横軸に選択肢(作業量(時間))を取りグラフ化したものである。2020年から2021年にかけて,Civil3Dのみ,作業量が増加しており,InfraWorks・ReCapの作業量は減少している傾向が見て取れる。さらに,作業量が大きくなる選択肢に重み付けし,各ソフトウェアの作業に対する印象を点数化し,平均値を算出した。InfraWorksは0.5点,Recapは0.1点,前年度よりも低い値を取っているのに対し,Civil3Dは1.0点と大幅に値が高くなった。このことから,受講生の3Dツール利用に対する印象は,Civil3Dにおいて特に良くなったといえる。

(3) 3Dツールに対する興味喚起の状況

科目A終了後に実施したアンケート調査の自由記述欄の回答を用いて,3Dツールに対する興味喚起の状況を定性的に評価する。アンケート回答を補完する情報を得るため,受講者のうち追加調査の協力承諾が得られた12名に対し,ヒアリング調査を実施した。本節では2020年度・2021年度の調査結果を比較し,3Dツールに対する興味喚起の状況を考察する。2020年度は,「自身が思っている通りに作業できず…」といった回答があった反面,「先輩たちに助けてもらい,3Dツールの楽しさが分かった」という意見が挙がった。2Dモデルから3次元モデルを作成する際に抵抗感が生まれるが,学生サポートでカバーされる様子が見えがえる。一方,2021年度は,「一から作ることに困惑…」といった回答があった一方で,「教材が分かりやすく…」,「学生サポートの方々丁寧に教えてくれて何とか出来た」といった意見があり,3Dツールに触れる時間を増やすことで,学生サポートの存在があれば抵抗感を抑えることができることがうかがえる。

(4) CIM教育プロセス検証のまとめ

本章では,CIM教育プロセスの検証として,2019年度・2020年度・2021年度の3年間に実施したCIM教育プロセスの整備・実践の結果を,定性的・定量的に

評価した。①受講者のCIM技術習得状況は,独自に定めた評価項目を用いて3Dモデルを評価することで,少しずつ受講者の習得レベルが向上しているといえる。また②3Dツール利用に対する印象では,受講生の3Dツール利用に対する印象は,Civil3Dにおいて特に良くなったといえる。3Dツールに対する興味喚起の状況は,2Dモデルから3Dモデルを作成する際に抵抗感が生まれるが,学生サポートでカバーされる様子が見えがえる。加えて,3Dツールに触れる時間を増やすことで,学生サポートの存在があれば抵抗感を抑えることができることがうかがえる。

7. おわりに

本研究では,初歩的なCIM教育プロセスを2019年度・2020年度・2021年度の3年間にわたり,検討・実践した。以下に,本研究で得られた成果・改善点を5点示す。

- ・ 4章では,CIM教育プログラムの整備として,レベルの設定,演習内容,使用したソフトウェア・ハードウェアの説明を行った。
- ・ 5章では,CIM教育プロセスの実践として,科目ごとの教育プロセスの目標を明記した。
- ・ 6章では,CIM教育プロセスの検証として,スキル・印象・興味の3項目でアンケート結果やヒアリング調査の結果を,定量的・定性的に評価した。
- ・ 3Dツールに対する興味喚起の状況では,教材演習はできるが,一から作成するとなると抵抗感が生まれるということ。
- ・ 3Dツールに対する興味喚起の状況では,演習内容に対して難しい・苦手意識を持つ学生が一定数存在するという事実。

毎年CIM教育プロセスを更新し,PDCAサイクルを回すことで,安定的にCIM教育プロセスを運用する。さらに,重要な役割である「学生サポート」を絶えることなく育成する工夫について検討する,共にスキルアップを目指す,ということが課題として挙げられる。

参考文献および注釈

- 1) 国土交通省,今後のBIM/CIM適用拡大に向けた進め方について,(2020)
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001362119.pdf> (参照 2021-10-14)
- 2) 国土交通省,国土交通省におけるBIM/CIMの取り組み,第4回CIMチャンピオン養成講座(2021)
- 3) たとえば,(株)大塚商会「BIM/CIM導入支援(教育・研修)」
(<https://www.cad-japan.com/topics/cim/operation/education.html>)
や,(株)マカロンサーベイ CIMチャンピオン養成講座(<https://www.cim-champion.com/aboutcim/>)など。