

建築 DX に向けた建築情報教育の実践事例 その2

Practical Cases on Architectural Informatics Education for Architectural Digital Transformation (Part 2)

○下川雄一*1, 大西康伸*2, 加戸啓太*3, 木村謙*4, 倉田成人*5, 澤田英行*6, 杉田宗*7,
中澤公伯*8, 前稔文*9, 松林道雄*10, 松本裕司*11, 森谷靖彦*12
Yuichi SHIMOKAWA*1, Yasunobu ONISHI*2, Keita KADO*3, Takeshi KIMURA*4, Narito KURATA*5,
Hideyuki SAWADA*6, Sou SUGITA*7, Kiminori NAKAZAWA*8,
Toshifumi MAE*9, Michio MATSUBAYASHI*10, Yuji MATSUMOTO*11, Yasuhiko MORIYA*12

- *1 金沢工業大学建築学部 教授 博士 (工学)
Prof., Department of Architecture, Kanazawa Institute of Technology, Dr. Eng.
- *2 熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 博士 (学術)
Associate Prof., Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, Ph.D.
- *3 千葉大学大学院工学研究院 助教 博士 (工学)
Assistant Prof., Graduate School of Engineering, Chiba University, Ph.D.
- *4 エーアンドエー株式会社 博士 (建築学)
A&A Co., Ltd, Dr. Arch.
- *5 筑波技術大学産業技術学部 教授 博士 (工学)
Prof., Faculty of Industrial Technology, Tsukuba University of Technology, Ph.D.
- *6 芝浦工業大学システム理工学部 教授 工学修士
Prof., Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology, Mr. Eng.
- *7 広島工業大学環境学部 准教授 博士 (工学)
Associate Prof., Faculty of Environmental Studies, Hiroshima Institute of Technology, Dr. Eng.
- *8 日本大学生産工学部 教授 博士 (工学)
Prof., College of Industrial Technology, Nihon University, Ph.D.
- *9 大分工業高等専門学校都市・環境工学科 准教授 博士 (工学)
Associate Prof., Dept. of Civil and Environmental Engineering, National Institute of Tech., Oita College, Ph.D.
- *10 建築研究所建築生産研究グループ 研究員 博士 (社会工学)
Research Engineer, Department of Production Engineering, Building Research Institute, Ph.D. in Policy and Planning Sciences
- *11 京都工芸繊維大学 デザイン・建築学系 助教 博士 (学術)
Assistant Prof., Design and Architecture, Kyoto Institute of Technology, Ph.D.
- *12 東京工芸大学工学部建築学科 非常勤講師 修士 (学術)
Part-time Lecturer, Department of Architecture, Tokyo Polytechnic University, Mr. of Arts and Sciences

キーワード：教育 DX；情報リテラシー；授業科目；実践事例

Keywords: Educational digital transformation; information literacy; class subject; practical cases

1. はじめに

その1で報告した建築情報教育の実践事例は建築情報分野における要素技術や基礎理論を学ぶための基礎トレーニング的なものが多く、どちらかと言えば学部低学年の教育に適したものが多いような印象がある。これに対し、その2である本報では、複数の要素技術や主題を複合することによる総合的な建築学習の形や他者とのコミュニケーションを前提とした対話型の学習形態を取り入れた建築情報教育の取り組みを紹介する。

2. 座学知識を統合する場としての設計演習への期待

2007年、熊本大学では建築情報分野における変化の動向を見据え、それまで演習で使用していた CAD を汎用

3DCAD である AutoCAD から、BIM である Revit に切り替えた。程なくして、BIM と連携して稼働する構造解析ソフト、環境解析ソフトを相次いで導入し、BIM を中心に据えて建築を学ぶ新たなカリキュラムを構築した (表1, 図1)。以来、設計製図のための CAD 教育は一切行わず、3D モデルを活用した建築・都市計画、構造、環境、構法などの分野横断型教育を志向してきた。この新しいカリキュラム構築には、図面を中心とした演習授業に当時限界を感じていたという背景がある。建築はそもそも建築として「一体」のものであるが、教育では便宜上それを分野に細分化し建築の様々な側面ごとに学ぶ。学習者は学習の結果を自身の中で相互に関連付け、再び「一体」の建築として再構成しなければならない。設計演習

にはその手助けをする場としての期待があるが、現状では製図や建築計画の知識習得を中心とする傾向があり、関連付けという役割を十分に果たしているとは言い難い。そこで、座学の学習内容を相互に関連付け、建築を統合的に理解するための技術として、BIM 及び各種シミュレーションの連携利用を始めるに至った。

表 1 BIM を導入した演習カリキュラム

開講学年	授業名称	カリキュラム変更後の授業概要	利用ソフトウェア	
			変更前	変更後
学部	1 年生前期 空間デザイン演習(必修、半期の1/3)	基礎造形能力の習得を目的とし、汎用 3DCAD を用いてタイルやオブジェをデザインする。	AutoCAD	SketchUp
	3 年生前期 デザインシミュレーション(選択)	熊本市に実在する建築作品を BIM に入力し、建築の成り立ちを学ぶ。また、そのモデルを解析することで、構造、環境を統合的に学ぶ。	AutoCAD	Revit MIDAS/Gen Insight 3DSmax
	3 年生後期 建築設計演習 IV(必修だが別グループを選択可)	熊本市中心市街地にアートコンプレックスを設計する課題を通して、基本計画・基本設計レベルの実践的な BIM 利用手法を習得する。	AutoCAD	Revit
大学院	1 年生前期 建築情報特論(選択)	BIM に関する国外の書籍を読み、翻訳する。	開講せず	—
	1 年生前期 空間情報学演習(選択)	自然光の扱いが素晴らしい実在する建築作品を各自選定し、環境解析によってデザインと自然光の関係について分析する。	開講せず	Revit Insight 3DSmax
	1 年生後期 計画情報学演習(選択)	BIM を用いて抽象画を立体化し建築化するなどで、設計プロセスを学ぶ。また、建築化の際には環境負荷に配慮する。	開講せず	Revit Insight 3DSmax



図 1 デザインシミュレーション学生作品の例

なお、表 1 は熊本大学における建築情報教育の全てであり、他大学と比べると時間数は少ないと思われる。情報関連の履修を避けた場合、1 年生で SketchUp を学ぶのみで卒業する学生が少なからずいる。今後建築情報教育を拡充し、現在中心となっている手描き教育との関係を模索することが目下の課題である。

3. 少人数授業による建築情報教育：3D デバイスを用いた体験型演習

筑波技術大学は、聴覚・視覚障がい者のための高等教育機関として、社会に貢献できる先駆的な人材を育成することを目標としている。学生の障害の特性に応じたきめ細やかな教育を行うために、教員一人あたりの学生数が最も少ない国立大学である。その利点を生かして、学

生一人ひとりが通常の授業の中で最新の技術を体験し、知識を修得できるように教育環境を整備している。筆者の研究室では、世界文化遺産・軍艦島の建築構造物の 3D スキャンとデジタル保存、及びバーチャル・リアリティ (VR) 技術の建築設計への応用に関する研究を行っており、これらの成果を速やかに授業に取り込んでいる。

前者では、軍艦島の建築構造物を対象に、3D スキャナーで点群データを取得して BIM モデル化を行っている。これを、学内の教室や建物を対象にスキャンを行い、取得した点群データの処理を行う演習として授業に導入している (図 2)。後者は、卒業研究¹⁾として行ったもので、BIM で住宅を設計し、これをデータ変換して、ヘッド・マウント・ディスプレイで、VR 空間を体験する。学生は自身の設計した住宅を VR 体験するとともに、他の複数の学生にも体験してもらい、BIM のウォークスルー等ではわからないような改善につながる意見を得て、より充実した住宅設計を行う取り組みである (図 3)。これを卒業研究として行った次の年度から授業に取り込んで、学生が前学年での BIM 演習で設計したデータ等を利用して一人ひとりが VR 体験し、課題を見つけて設計を変更した後、その効果を VR で再度確認するという演習を行っている。少人数教育だからこそ可能となる体験型の演習となっている。

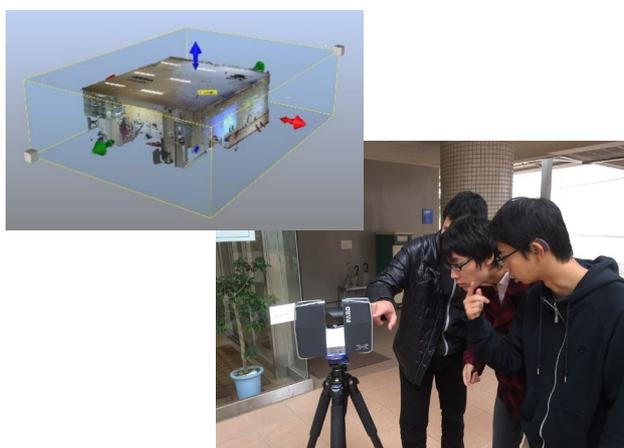


図 2 3D スキャナーを使った体験授業と点群データ



図 3 BIM で設計した住宅の VR 体験

4. アフターコロナのBIM×ICT 授業

4-1. ICT・BIMを活用したアジャイル型設計演習授業

芝浦工業大学環境システム学科で実施する設計演習授業の取組みを紹介したい。本授業は 3D-オブジェクト CAD (AUTODESK 社 Revit, 以下 Revit) を操作しながら木造建築のしくみを理解し, 自ら設計を試みる演習科目である (2 年前期・2 コマ・専門・選択・履修者約 80 名)。2020 年度初頭, コロナ禍へ対応するためにフルオンラインの授業形態に移行したことを皮切りに, 対面型+オンライン型へと 3 年に渡って改善を図ってきた。

履修者は CAD 操作の初学者であり, それまで行ってきた対面指導形式に替わる有効な手立てを講じる必要があった。Revit の操作技能と木造建築の知識を同時に修得できる達成目標に沿った独自の操作マニュアルと説明動画を制作し, 予習を起点とする反転授業形式とした。

2020 年度の授業実践から一定の学修成果が認められたが課題も確認できた。授業ルーティンは, 授業時間外で操作マニュアルと映像学習で予習し, 授業時間内で解説→映像学習・操作学習→質問→総括 (200 分) とした。授業進行は Zoom, 質疑は G-Classroom を活用した。授業内の質問は, 学生のワーク画面を「乗っ取って」, 画面共有で躰いた箇所を特定し指導した。個人指導をリアルタイムに全員で共有できるのも効果的だった。操作画面上のビジュアルなアイコンは言葉にやすくコミュニケーションは思ったより円滑である。わかったことは,

- ①ワーク画面上に進捗状況が表れ理解度がわかる
- ②通信記録で個々の参加状態が克明に把握できる
- ③ツールの性能に依存して双方向的交流ができる

などである。デジタルリソースは授業に一定の双方向性と意欲をもたらしたといえるが, オンラインの向こう側で沈黙する学生には手が回らないことが課題である。

2021 年度, 授業は対面型に切り替えた。24 時間情報共有できる Teams をプラットフォームにし, 上記の教材を用いた反転学習を維持し, 対面型とオンライン型を融合した授業ルーティン (図 4) を再設定した。予習で映像



図4 一人とチームを往復する授業ルーティン

学習・独学・実践を通して自らの「わからない」を発見し, 授業の解説・復習—質問・共有を通して, 自らの「わからない」を分析・理解し, 仲間と共有し「わかる・できる」に到達するイテレーティブ (反復的) なアジャイル型フローを段階的に実践する, 協働的な学習経験が特徴である。コロナ禍で学んだデジタルリソースの機能の拡充と ICT 上で体験した排他性の克服についてはまだ道半ばである。教員と学生の双方向的な取組みを通して改善を続けたい。

4-2. ソーシャルVRによる建築作品のリアルスケール体験とディスカッション演習

金沢工業大学大学院の授業科目「建築情報特論」では 2021 年度からソーシャル VR と VR ヘッドセットを利用し, 建築空間のリアルスケール体験と同一仮想空間における発表・ディスカッションを実施する授業を始めた。一般的な建築情報系の科目は, デジタル技術や情報処理理論を用いて建築や空間 (の特性) を表現するまで/シミュレーションするまでを学習対象とするものが多いように思うが, この授業は建築を BIM モデルで表現した後に建築をどう理解し, いかにかコミュニケーションするか, を主題に, 建築の計画や意匠に関する理解と現代の空間データ共有技術を複合的に学ぶ授業となっている。具体的には, ①履修者全員が VR 空間として体験してみたい建築作品を各々任意に選び, ②その作品を自身でモデリングし, モデルデータをソーシャル VR プラットフォーム (Mozilla hubs を利用) に移行し, MMO (Massively Multiplayer Online) の仮想空間として限定公開してもらう。③その仮想空間に VR ヘッドセット (Meta Quest2) を装着した教員と履修者全員が同時にアクセスした後,

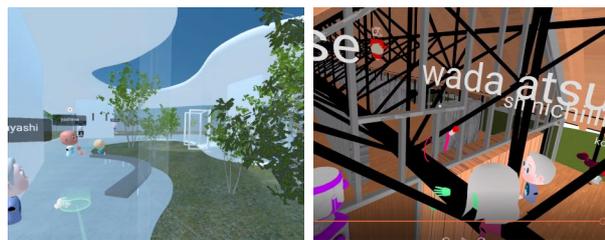


図5 学生が作成した MMO 仮想空間での発表と議論

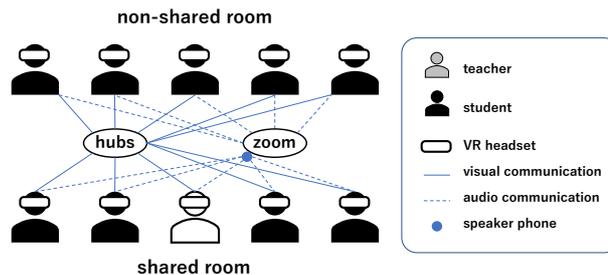


図6 MMO 仮想空間での授業時のツール構成

その建築作品を選んだ履修者に、建築見学を実施するようなかたちで発表を行ってもらい、さらにその後、全員でディスカッションを行う(図5)。MMO 仮想空間利用時の授業環境は図6の通り。このような授業は、遠隔授業のデメリットをメリットに変える可能性がある。従来、授業中に建築空間をリアルスケールで体験することは現地での見学会をしない限り不可能であったが、MMO 仮想空間であればいつでも自由な建築空間の仮想体験と対話が可能となり、それはネットワーク接続の安定性やVR 動作範囲の確保という点から同室授業には不向きである。従来の写真や図面による建築作品の解説や議論では、その建築空間を実際に体験した感覚がないままにスケールや見え方や繋がり方などの議論をすることになり形式的な内容になる可能性が高いと考えられるが、このような方式であれば感覚的な体験を含めた実質的な建築空間のコンセプトや計画に関する議論がし易くなり、共通理解を得やすくなると思われる。このように、様々な建築作品をリアルスケール体験しながら意見交換するという新しい体験型の授業は、過去2年の実践においては履修者全員に好評である。一方、このような授業形態の本質的な効果がどのような形で現れるのかは不明瞭な点も多く、授業記録を用いた分析研究も進めている²。また、VR ヘッドセット利用には疲労や酔い、ネットワーク接続の不安定性の問題等もあり、改善が期待される。

5. デジファブのPBL展開：移動式デジタル工房

日本大学生産工学部創生デザイン学科(千葉県習志野市)では、2019年に移動式デジタル工房: Fabrication Truck(通称: ファブトラ)を導入し³、PBL(Project Based Learning)のツールとして実践している。デザイン工学系に分類される本学科は、複数の学生が協力し、主体的に取り組みながら実践的な課題解決に取り組むPBLの実践にデジタルファブリケーションを活用するという立場から、公共空間等へのファブトラの派遣を活用したものづくりワークショップの開催を伴う地域課題の解決を目指している。PBL事例としてのファブトラ派遣先としては、オープンキャンパス開催時の大学、高等学校(大学模擬授業)、閉校跡地、公園、イベント会場、祭り会場等の公共空間を想定しており、2022年9月には、千葉県花見川区の花見川団地商店街空店舗に派遣した(図7)。当地では、千葉市とUR都市機構が中心となって団地の再生に取り組んでおり、賑わいを創出する学生参画メニューの一つとして協力した。この派遣に搭載したデジタルツールは、デジタルミシン(6針1頭刺繍ミシン)、小型3Dプリンター、ノートPC×2、タブレットPC×2で、当学科の学生がファシリテーターとなり、小学生を対象としたワークショップを実施した。参加者(小学生)はタブレットPC上にスケッチしたイラストをファシリ

テーターとともに3次元モデル化し、3Dプリンターとデジタルミシンから出力、キーホルダーとワッペンを制作した。デジタルファブリケーションを核として、小学生はイラストが3次元デジタル出力される過程を、学生は企画、準備、ファシリテートを通じた団地商店街の賑わいの創出を体感した。



図7 ファブトラを活用したワークショップの様子

6. まとめ

本報では著者らが所属する学科や科目で取り組まれている先進的な建築情報教育の取り組みを紹介した。具体的には、BIMを中心として意匠・構造・環境を統合するような計画演習を含むBIM型の建築設計教育カリキュラム、少人数環境を活かした3Dデバイスを用いた体験型の建築情報教育、アフターコロナならではの対面と遠隔を複合したコミュニケーション型のBIM×ICT演習授業、移動式のデジタル工房を用いた地域のPBLによる建築情報教育など、それぞれが特徴的な内容を持つ。昨年度実施した建築情報教育アンケート調査の結果⁴において、先進的な建築情報教育の取り組みが行われている側面も一部で確認できていたものの、具体的な内容は不明であった。本報ではその一部の先進的な取り組みと考えられる事例を収集し、紹介することができた。今後はさらに収集・整理の網を広げるとともに、より効果的な建築情報教育の開発と普及に取り組んでいきたい。

【参考文献】

- 1 服部早央里, 倉田成人, バーチャル・リアリティ (VR) 技術の建築設計への応用に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), 2017.
- 2 小林諒馬, 下川雄一, 没入型VRコミュニケーションを活用した授業におけるディスカッション特性の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), 2022
- 3 中澤公伯, 木下哲人, 三井和男, ファブリケーション・トラックによるPBLの実践, 第42回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.354-357, 2019
- 4 下川雄一, 大西康伸, 加戸啓太ほか, 建築教育機関を対象とした建築情報教育アンケート調査, 第44回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.459-462, 2021