

研究課題	3D レーザースキャナー測量と点群データからの VR 制作
副題	～県指定文化財と景観形成重要建造物のデジタルアーカイブ制作～
キーワード	DX リテラシー、授業開発、文化財、デジタルアーカイブ、産官学連携、地域貢献
学校/団体名	公立兵庫県立東播工業高等学校
所在地	〒675-0057 兵庫県加古川市東神吉町神吉 1748-1
ホームページ	http://www.hyogo-c.ed.jp/~toban-ths/

1. 研究の背景と問題意識

現代社会は第4次産業革命によって急速に変化している。内閣府が提唱した Society 5.0 は、人工知能 (AI)、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクスなどの先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが「非連続的」といえるほど劇的に変わることを示唆している。このような社会の変化の中で文部科学省は『Society 5.0 に向けた人材教育』¹ を掲げ、「各分野においてもものづくりやサービスを担ってきた人材が、AI やデータ力を最大限活用しながら様々な分野に展開していくことが不可欠となる」² と述べている。

一方で経済産業省による『未来人材ビジョン』³ では、建設業界の雇用は 2050 年までに 35% 減少するという予測が示され⁴、建設業界も複雑かつ困難な社会課題の解決や持続可能な社会の発展に向けて、先端技術を駆使しながら新たな価値を創出できるデジタル人材の育成が急務である。

従来の建設業界では、設計や施工、安全管理などのスキルが求められてきた。生徒が生きていくこれからの社会では上述したスキルに加え、先端技術を駆使しながら新たな価値を創出する力が求められる。ゆえに工業高校においても、従来の技術教育に加え、先端技術を活用してどのような問題が解決できるかを考え、AI、仮想現実 (VR)、拡張現実 (AR) などを駆使しものづくりに取り組むことのできる生徒を育成する必要がある。

文部科学省は 2020 年度に工業高校を含む専門高校において、スマート専門校の実現に向けた環境整備を行い⁵、さらに 2024 年度には高等学校 DX 加速化推進事業を立ち上げた⁶。本校建築科でも 2022 年度に 3D レーザースキャナーを導入し、先端技術を駆使し、ものづくりに取り組むことのできる生徒の育成を目指している。しかし、先端技術を習得し、それらを活用してどのような問題が解決できるかを具体的に構想できる生徒を育成する効果的な授業モデルは確立されていない。

2. 研究の目的

上述の問題意識を踏まえて、本研究の目的は、先端技術を活用して課題解決に取り組む生徒を育成する授業モデルを明らかにすることである。また、実践の目的は、DX の背景や重要性、データとデジタル技術の活用方法を理解し、実際の課題に応用する先端技術を身につけることで DX リテラシーを育むことである。

3. 研究の方法

本実践は、課題研究の授業の中で、ファブラボスタジオ（課題研究班）の生徒 8 名を対象に行う。

まず、DX リテラシーの定義を明らかにし、DX リテラシーを育む授業モデルを作成する。そして、開発した授業モデルを実践し、その実践結果を分析して授業モデルの有効性を検証する。

分析にあたっては、アンケートを用いる。アンケートの項目として、「マインド・スタンス」、「Why」、「What」、「How」を採用する。後述の経済産業省の DX リテラシーでは、それぞれに学習のゴール（図 1）が設定されているからである。各項目で自由記述と Yes/No 式のアンケートを独自に用意し、実践結果を分析する。

4. 授業モデルの開発

(1) DX リテラシーとは

経済産業省は、「ビジネスパーソン一人ひとりが DX に関するリテラシーを身につけることで、DX を自分事ととらえ、変革に向けて行動できるようになる」⁷ことを目標とし、『DX リテラシー標準』を策定した。また、DX リテラシーを図 1 に示すように 4 項目の総体として表現している⁸。

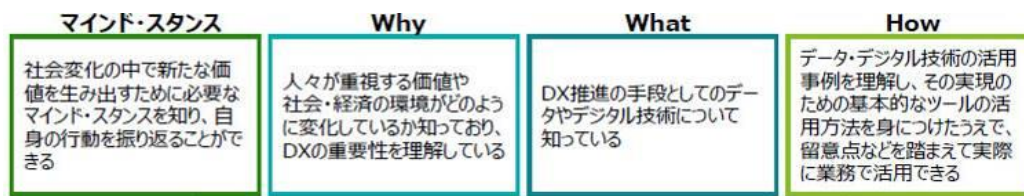


図 1 項目別の学習のゴール⁹

すなわち、「マインド・スタンス」は社会変化の中で新たな価値を生み出すために必要な意識や姿勢および行動を指し、「Why」は DX の背景への理解、「What」は DX で活用されるデータ・技術への理解、「How」はデータ・技術の活用方法の理解を示す。さらに、経済産業省は DX 人材として成長する道のりを整理している（図 2）。

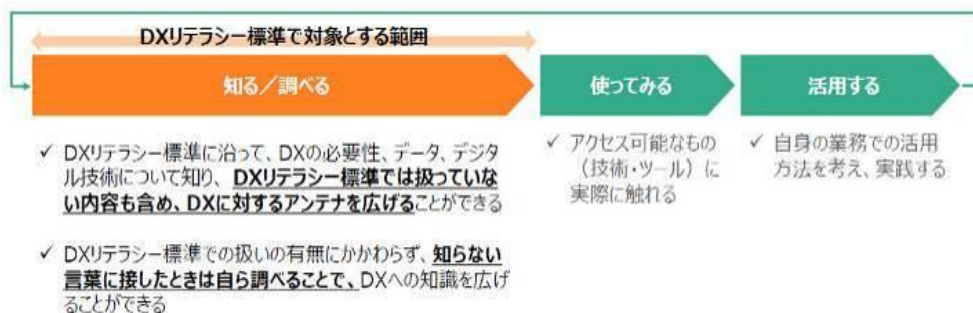


図 2 DX リテラシー標準に沿った学びによる効果（個人）¹⁰

(2) DX リテラシーを育む授業モデルの作成

DX 人材として成長する道のりを参考にして、DX リテラシーを育む授業モデル（表 1）を開発する。

具体的には、最初の単元（1）は建設業界における先端技術を「知る/調べる」段階とし、建設業界で先端技術を活用する必要性や活用が進められている技術について体験的に学ぶ。次の単元

(2) は先端技術を「使ってみる」段階とし、単元 (1) での学びを踏まえて 3D レーザースキャナーや VR 技術を用いて地元の文化遺産のデジタルアーカイブ化に取り組む。最後の単元 (3) は先端技術を「活用する」段階とし、地域や建設業界に向けて制作物を紹介し、実践で用いる 3D レーザースキャナーや VR 技術の活用方法について意見交換を行うことで、先端技術活用の可能性を模索する。

なお、表 1 における① 3D レーザースキャナーの操作習得については、ファブラボスタジオの 8 名を含む、35 名の建築科の生徒が選択実習として受講する。

表 1 DX リテラシーを育む授業モデル

単元	時期	授業のねらい	生徒の活動	道程
(1) 本岡家住宅の 3D レーザー測量	4～6 月	① 3D レーザースキャナーの操作習得 (選択実習)	<ul style="list-style-type: none"> ・実技と座学を繰返し、基本を習得する。 ・校舎を現場と見なして点群測量を行う。 	「知る / 調べる」
	5～7 月	② 本岡家住宅内外観の 3D レーザー測量と点群データ処理	<ul style="list-style-type: none"> ・市教育委員会と連携し点群測量を行う。 ・専門企業から測量方法の指導を受ける。 	
	7 月 25、26 日	第 1 回オープンハイスクールでの活動経過の説明と 3D レーザースキャナーの実演	<ul style="list-style-type: none"> ・中学生に対して活動内容を説明する。 ・実演により 3D レーザースキャナーの技術を紹介する。 	
	8 月 5 日	夏休み子供工作教室(商業施設内で開催)でのパネル展示	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の方々に活動を PR する。 ・工業科で学ぶ建設 ICT を紹介する。 	
(2) 本岡家住宅の VR 制作	9～10 月	③ VR 制作と VR の実演に向けての練習	<ul style="list-style-type: none"> ・知識や技術とその活用方法を学ぶ。 ・VR の操作を自ら実際に体験して覚える。 	「使ってみる」
	9～10 月	戸田みらい基金活動報告会に向けてのスライド作成	PPT の構成を、背景、課題、解決策、効果として作成する。	
	10 月	同活動報告会へのオンライン (Zoom) 参加に向けて発表練習	データ原稿に発話速度やポーズ長などの標記を加える。	
	10 月 11 日	④ 戸田みらい基金活動報告会(景観形成重要建造物 VR 化含む)	建設業界に向けてファブラボスタジオの活動報告を行う。	
	11 月 2 日	⑤ 文化祭での VR の実演	他科の生徒に VR 技術を紹介する。	
(3) VR	11 月 8 日	⑥ 第 2 回オープンハイスクールでの活動経過の説明と VR の実演	<ul style="list-style-type: none"> ・中学生に活動を説明する。 ・実演により建築 VR を紹介する。 	「活用する」
	11 月 12 日	⑦ 加古川ツーデーマーチ(市役所前広場)での VR 体験会	文化遺産のデジタルアーカイブ化の活動を市民に PR する。	
	11 月 18 日	⑧ ひょうご工業教育フェアでの活動発表会と VR 体験会	<ul style="list-style-type: none"> ・県指定文化財の VR 化の活動を PR する。 ・メディアを通じて VR 体験会を紹介する。 	

体験会 および 成果報告会	12月	活動をまとめた冊子と動画制作	DTPと映像編集ソフトを活用する。	活用 する 」
	12月13日	⑨ 加古川市役所での成果報告会とVR体験会	・点群データとVR動画を寄贈する。 ・市教育委員会主催の成果発表会に参加する。	
	1月19-21日	⑩ 建築科作品展(商業施設内のプラザで開催)	・活動をPRするパネルを作成する。 ・活動成果を校外で展示する。	
	2月1日	高校生ふるさと貢献活動・活性化事業 校内実践発表会	・ナレーション付きの活動報告動画を制作する。 ・活動成果を校内で発表する。	

5. 授業モデルの実践

① 3D レーザースキャナーの操作習得 (4月～6月)

選択科目で実習を選んだ建築科の生徒35名を3グループに分け、計6時間ずつ授業を行った。最初に3Dレーザースキャナー*の操作実習(図3)を体験し、レポート(図4)を通じて知識を深めることを繰り返し、基本スキルを身につけた。さらに実習棟を現場と見なして測量を行い、PC上でデータ処理(図5)を行った。最終的には、その点群を用いて実習棟内外のフライスルー動画(図6)を制作した。



3D レーザースキャナーの操作習得



図3 スキャナー操作実習



図4 レポートの一部



図5 データ処理実習



図6 実習棟点群データ

② 本岡家住宅内外観の3D レーザー測量と点群データ処理 (5月～7月)

加古川市文化財調査研究センターと連携し、江戸時代(元禄7年)に建てられた県指定有形文化財である本岡家住宅(現在は本校敷地近くに移築復元されている)を3Dレーザースキャナーで測量した。ファブラボスタジオの生徒8名が、毎週月曜日の5、6限に計約10時間の現場測量を行った。建物の屋内外から計約70カ所でレーザーをあて(図7)、約3億点の点群データを収集した。さらに、市の学芸員からこの大型民家に関する説明を受け(図8)、測量専門企業を招いてレーザースキャナーターゲットの使用法を学んだ(図9)。その後、PC上で点群を合成するなどデータ処理を行った(図10)



本岡家住宅の文化財レーザー測量



図7 屋内レーザー測量



図8 学芸員の説明



図9 ターゲット使用講習



図10 合成された点群

* 3Dレーザースキャナーは、レーザーを放射状に照射し、対象物の表面形状を3次元座標(点群)で取得する。

③ VR制作とVRの実演に向けての練習（9月～10月）

続いて同生徒8名は、本岡家住宅の点群データをゲームエンジンのUnity**にプラグインのStipple***を用いて読み込み、VR環境を構築した（図11）。その後、ヘッドマウントディスプレイを装着して操作練習を行った（図12）。



図11 VR制作



図12 VR操作練習

④ 戸田みらい基金活動報告会（10月11日）

建設業界の団体や企業、学校がそれぞれの活動を紹介した。国土交通省や厚生労働省の関係者も来賓として出席し、学校代表として、昨年度からの活動報告（旧加古川図書館/景観形成重要建造物のデジタルアーカイブ制作も含む）をオンラインで行った（図13、14）。



戸田みらい基金活動報告スライド



図13 発表の様子



図14 スライドのページ

⑤ 文化祭でのVRの実演（11月2日）

実演コーナーを訪れた他の科の生徒や教員、保護者に対し、ヘッドセット装着方法やコントローラー操作方法を指導しながら（図15）、制作した本岡家住宅のVR体験会を実施した（図16）。



図15 機器操作指導



図16 VR体験会

⑥ オープンハイスクールでの3DレーザースキャナーとVRの実演（7月25、26日、11月8日）

本校建築科への入学を検討している中学生80名とその保護者に対し、本岡家住宅での活動経過の説明（図17）と3Dレーザースキャナーの実演（図18）、VR体験会（図19、20）を実施した。



図17 活動内容の説明



図18 スキャナーの実演



図19 VR注意事項説明



図20 中学生のVR体験

⑦ 加古川ツーデーマーチでのVR体験会（11月12日）

本校の活動を広くPRし、ものづくりの素晴らしさを地域の方々に知ってもらうことを目的に、毎年市役所前の中央会場にブースを設けている（図21）。そのブースで本岡家住宅のVR体験会を実施した（図22）。



図21 会場とブース



図22 VR視聴体験

** Unityは、統合開発環境（IDE）を内蔵するゲームエンジンであり、多くのVRゲームがUnityで制作されている。

最近では、建設業界でも建物の内外の状況をVRで体感するために活用されている。

***Stippleは、点群をインポートや編集、視覚化するためのUnityのプラグインである。

⑧ ひょうご工業教育フェアでの活動発表会と VR 体験会 (11 月 18 日)

県内の工業高校による PR 動画や作品の展示、工作教室が、市内の商業施設内のプラザで開催された。ステージで本活動の内容を発表し (図 23)、VR 体験会 (図 24) も実施した。



図 23 発表会の様子



図 24 住宅の疑似見学

⑨ 加古川市役所での成果発表会と VR 体験会 (12 月 13 日)

本岡家住宅の測量データを加古川市に寄贈し (図 25)、成果を発表した。VR で作成した同住宅の PR 動画は、市文化財調査研究センターのホームページで公開されている (図 26)。



図 25 目録贈呈式



図 26 VR の PR 動画

⑩ 建築科作品展 (1 月 19~21 日)

ふるさと貢献活動・活性化事業
校内実践発表会 (2 月 1 日)

活動の成果を校内外で展示、発表した (図 27、28)。



図 27 校外作品展



図 28 校内プレゼン

6. 授業実践の考察

研究の方法で示した通り、DX リテラシーの「マインド・スタンス」、「Why」、「What」、「How」それぞれに焦点をあてた独自のアンケートを作成した。アンケートは、開発した授業モデルを受講したファブラボスタジオの生徒 8 名に対して実施した。

各項目の回答および集計結果、さらに分析を以下に示す。なお、自由記述は各項目での代表的な回答例のみを示す。

「マインド・スタンス」は、新たな価値を生み出すために必要な意識や姿勢および行動と定義されている。この観点に基づくアンケートの結果をまとめた (表 2)。

表 2 「マインド・スタンス」の観点からのアンケートと回答、集計結果

<p>今年度取り組んだ文化財のデジタルアーカイブ化において学んだことが、将来どのように活かせるか？</p> <p>地元にある江戸時代から残る住宅の VR を制作し、市に寄贈した際、VR を体験された市職員が『面白い』と驚きました。この VR が今後も残り続けることが私の誇りです。ただ、現時点では、地域の課題やどの先端技術を活用すれば課題解決になるかを具体的に思い浮かべることはできません。でも、ここで学んだ先端技術を活かして地域に貢献したいと考えています。(生徒 A)</p> <p>建設業界における先端技術の活用方法や事例を授業以外で調べたか？</p> <p>Yes : 1 名 (生徒 B)、No : 7 名 (生徒 A、C~H)</p>
--

生徒 A の回答では、地域の文化遺産をデジタル化し、市に寄贈するという実際的なプロジェクトに対する肯定的な意見が示され、先端技術を活用した地域貢献への意欲が高まったことが示唆

される。一方で、授業以外で先端技術の活用方法や事例を調べた生徒は1名だけであり、それ以外の7名は行っていないことが分かった。これは、生徒が先端技術に関して興味を持っていても、自主的に学習していないことを示し、「マインド・スタンス」の育成は不十分であったことがわかった。

「Why」の観点では、人々の生活を向上させ、社会課題を解決するために、データやデジタル技術の活用が有効であることを認識しているかについて、専門科目に特化した質問を設定した(表3)。

表3 「Why」の観点からのアンケートと回答、集計結果

なぜ建設業界において先端技術が必要なのか？
先端技術は作業の効率化と業界の人手不足の解消に不可欠です。特に、今回使用した3Dレーザースキャナーが建設会社で利用されると、迅速かつ高精度な測量が可能になり、タブレットによる遠隔操作により危険個所の測定も可能になるため、作業の安全性が向上します。(生徒C)
建設業界における先端技術の必要性を理解しているか？
Yes：7名(生徒B~H)、No：1名(生徒A)

生徒Cの回答からは、建設業界における先端技術の必要性への理解がうかがえる。特に、授業で使用した3Dレーザースキャナーについては、建設現場における具体的な必要性を挙げて説明している。生徒がDXの背景に理解を示し、「Why」の観点を育成できたと考えられる。

「What」の観点では、データやデジタル技術をDX推進の手段として認識しているかについての理解度を評価するため、次の質問を行った(表4)。

表4 「What」の観点からのアンケートと回答、集計結果

建設業界において活用されている先端技術はどのようなものか？
情報通信技術(ICT)、サービスとしてのソフトウェア(SaaS)などの他に、AIやディープラーニング、そしてドローンなどがあります。(生徒C)
建設業界において活用されている先端技術を理解しているか？
Yes：8名(生徒A~H)、No：0名

生徒が先端技術に関する知識を持ち、建設業界における具体的な技術を理解していることを示し、「What」の観点も育成できたと考えられる。

「How」の観点では、データやデジタル技術の活用事例の理解、そして実際の適用場面を想像できるかどうかを評価した(表5)。

表5 「How」の観点からのアンケートと回答、集計結果

建設業界において先端技術はどのように活用できると思うか？
内定が決まっているハウスメーカーでは、技能の継承問題を解決するため、複合現実(MR)にAIを組み合わせ、職人の技能をゴーグルで確認できるようにすると、課題が解決できると期待されます。(生徒D)
建設業界における先端技術の活用方法を理解しているか？
Yes：7名(生徒B~H)、No：1名(生徒A)

生徒Dは、建設業界における先端技術の活用方法を想像し、具体的な事例を考えることができている。生徒はデータ・技術の活用方法の理解を示し、「How」の観点も育成できたと考えられる。

これらのアンケートを分析すると、DXリテラシーを構成する4つの項目のうち、「マインド・スタンス」の育成が不十分である一方、それ以外の項目に関しては一定の成果が得られたと推測される。生徒はVRを用いた活動を通じて、地域の文化遺産をPRすることに成功し、行政から高い評価を受けた。これにより、デジタルスキルを社会で活用し、活躍したいという意識や姿勢が育成されたと考えられる。これは「マインド・スタンス」に関して一定の成果が得られたと言える。

しかし、それを実行するために必要な発想力については十分に育成されていないという傾向がある。したがって、授業モデルの改善案として、授業計画の最後にさらに振り返りの単元を設けることを提案する。これにより、生徒が授業で学んだ知識やデジタルスキルを実社会の問題に応用し、自らの学びを深める機会が提供されると考えられる。そして、自身の成長や課題解決の過程を振り返り、次の活動に活かすための具体的なアクションプランを立てることが期待される。

7. 研究の成果と課題

開発した授業モデルが、先端技術を用いて課題解決に取り組む能力をかなり育成することが明らかになった。また、「マインド・スタンス」の育成が不十分という分析結果から、社会の変化に適応して自発的に学び、新たな知識やデジタルスキルを身につけ、具体的な問題解決案を構想する能力をより多くの生徒に育むため、振り返りの単元を新たに設ける授業の改善案を提示した。

兵庫県は全国一の古墳数を誇り、本校周辺にも古墳群が存在する。そのため、来年度は工業科の枠を超えた生徒交流を促し、自主的に地理情報技術（GIT）の学びを推進するプロジェクトを計画する。具体的には、ファブラボスタジオの新入生徒が、墳丘の3Dレーザー測量や土量計算、等高線作成などを行い、さらにAR技術を活用して史跡を後世に継承する活動を展開し、DXリテラシーを育成する。

このプロジェクトでは、活動を振り返るための単元を授業モデルに追加することで、生徒が社会の急速な変化に柔軟に対応しながら、実際の地域課題に先端技術を活用する能力を身につけることを明らかにしたいと考えている。

8. 謝辞

加古川市文化財調査研究センターおよび株式会社神戸清光には、多大なるご協力をいただいた。心より感謝申し上げます。

9. 参考文献

1. 文部科学省（2018）『Society 5.0に向けた人材教育』、p. 2
2. 文部科学省（2018）同書、p. 7
3. 経済産業省（2022）『未来人材ビジョン』
4. 経済産業省（2022）同書、p. 24
5. 文部科学省（2020）『令和2年度文部科学関係第3次補正予算 事業別資料集』、p. 14
6. 文部科学省（2023）『高等学校DX加速化推進事業（DXハイスクール）』
7. 経済産業省（2022）『DXリテラシー標準』、pp. 5-7
8. 経済産業省（2022）同書、pp. 5, 6, 17
9. 経済産業省（2022）同書、p. 17
10. 経済産業省（2023）『デジタルスキル標準』、p. 13



FablabStudio2023_3Dレーザー測量とVR
活動をまとめた動画