

プロダクトベースの探究学習における 生徒の思考プロセスの分析とカリキュラムの評価

聖徳学園中学・高等学校

世古 直輝

他 2 名

1. 研究の動機と背景

現在、生産年齢人口の減少やグローバル化の進展、生成 AI 等の台頭により社会が急速に変化し予測困難な状況に直面している。文部科学省（2024）は、AI を適切に活用していくために、各教科等で学ぶ知識や文章を読み解く力、物事を批判的に考察する力、問題意識を常に持ち、問いを立て続けることなどを重要視している。これは従来までの知識をただ暗記し再現する学習ではなく、知識を適切に活用し、新たな価値を生み出す学びの必要性を示唆していると思われる。

高等学校学習指導要領解説、総合的な探究の時間編では探究活動は一般的に①課題の設定、②情報の収集、③整理・分析、④まとめ・表現のプロセスで実施されるとした上で、自己の在り方生き方に照らし合わせながら自ら問いを見出し探究することのできる力を育成することを目指している。一方で深見・森永（2021）は日本の探究学習では「課題の設定（問い立て）」に困難さがあることに着目し、児童・生徒が課題を設定する際の自由度の高さが課題設定の可能性を広げることにつながるが、それがかえって指導の困難さにつながっていることを指摘している。また、佐野ほか（2024）や廣（2019）は探究学習において児童生徒が十分な切り口を備えていない、教員の指導に対する自信の低さを課題として挙げている。これらから日本の探究学習において「課題の設定」は学習の深化と自律的な学びへの接続に向けて重要なプロセスであるが、その活動にはさまざまな障壁があり、困難さを抱えていることが分かる。

これらの問題に対し、本研究では「ものづくり学習」に着目した。ものづくり学習は問題解決の一形態であり、中学校技術で学習する問題解決は①課題の設定、②設計・計画、③製作、④評価の流れで実施され、特に①課題の設定は「生活や社会の中から技術に関わる問題を見出し、それに関する調査等に基づき、現状をさらに良くしたり、新しいものを生み出したりするために解決すべき課題を設定する」と定義されている。この過程は探究学習における課題の設定と類似している。ものづくり学習は自分の生活と問題を関連付けしやすく動機づけにつながるだけでなく自分ごととして捉えやすい特性を持つ。岳野

（2005）はものづくりの活動の流れは抽象的な思考、具体的な思考段階、手を動かす思考段階、実用と検査の順に進むのに対し、生徒の思考の段階は具体的操作段階から形式操作段階へと進むため、生徒が自分の目的や動機を持って進めることが困難であることを指摘

している。そのため生徒の思考の段階によっては具体的操作段階に関する学習活動から展開する必要がある。

さらに木内・藤田（2021）や渥美・小林（2014）などものづくり学習と探究学習を組み合わせた授業実践は行われているが、報告に止まっており、ものづくり学習の中でどのように生徒が思考し、探究を進めるのかのプロセスが明らかになっていない。

上記を踏まえ、ものづくりを中心にしたプロダクトベースで課題設定を行う探究学習がより深い学びと自律的な学びにつながると考えてプログラムを作成した。そこで本研究では以下の2点を目的とする。第一にプロダクトベースの探究学習において生徒の課題設定に至るまでのプロセスを分析することである。そして第二に課題設定を伴うものづくり学習に焦点を当てた探究学習カリキュラムを開発・実践し、効果を検証することである。

2. 研究の方法

2-1. 研究の時期及び対象

研究対象は本校高等学校 DS（データサイエンス）コース2年生6名である。本授業は4月から12月まで週2時間実施した。

2-2. 授業計画及び授業実践

本研究では表1の流れで授業実践を行なった。授業を通しての目標は表2に示すように①問いのデザインについて学ぶ、②問題解決の手札を増やす、の2点である。①問いのデザインについて学ぶは探究のプロセスについて体験的に学ぶことで問い立ての方法について知ることを目的としている。②問題解決の手札を増やすはデジタルファブリケーションの使い方について学ぶことで作成する製作物の幅を増やすことを目的とした。

授業の概念図を図1に示す。今回の授業の中で主となる活動は2学期のプロダクトづくりである。このプロダクトづくりでは自分の探究課題に対する解決策をプロダクト（製作物）の形で表現することを条件とした。プロダクト作成の準備として販促コンペ、発明プロジェクト、レーザーカッタープロジェクトを実施した。これらの活動を踏まえた上で、自分の探究課題に対してどのようなプロダクトを作るかを考え、試作にするプロトタイプづくりを行なった。この工程では時間の都合上何を製作するのかを説明動画とプレゼン資料にまとめ、プロトタイプ（試作）の作成は任意とした。その後、教員等のフィードバックを受け、実際のプロダクトづくりに取り組んだ。

表 1 プロダクトベースの探究学習 授業計画表

学期	授業名	概要	アウトプット
1 学期	販促コンペ (全 6 時間)	実際の企業が出している課題について、A4 サイズ 10 枚以内のスライドで解決策を提案する	・ A4 サイズのスライド 10 枚
	発明プロジェクト (全 8 時間)	Blender で 3D モデリングについて学び、それを用いて「無駄なもの」を発明する	・ Blender の作品データ ・ プレゼン資料
2 学期	プロトタイプづくり (全 7 時間)	10 月の研修旅行でのプレゼンに向けて資料作成及びプロトタイプ（試作）を作成する	・ 説明動画 ・ プレゼン資料 ・ プロトタイプ
	レーザーカッタープロジェクト (全 3 時間)	レーザーカッターの使い方（刻印、切断）について学ぶ	・ コースター ・ 箱
	プロダクトづくり (全 6 時間)	プロトタイプづくりで作成したものを改良し、実践的な形にする	・ プロダクト

表 2 プログラムの目的

目標	目的	対応する授業
問いのデザインについて学ぶ	探究のプロセスを体験することで探究における問いたての手法を学ぶ	・ 販促コンペ
問題解決の手札を増やす	デジタルファブリケーションの使い方を学び、多様なプロダクト作成ができるようになる	・ 発明プロジェクト ・ レーザーカッター

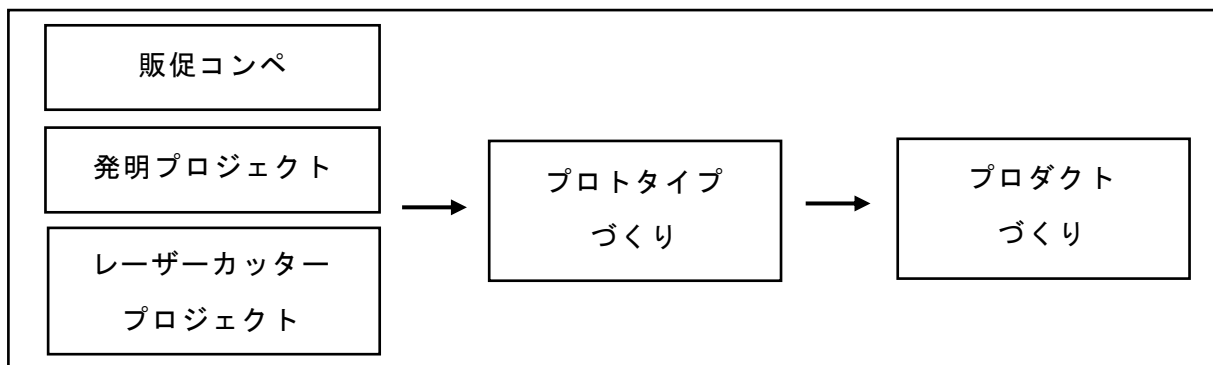


図 1 プログラムの概念図

2-3. 調査項目について

プロダクトが完成した後、表 3, 4 の質問紙調査を実施した。回答者は本校 DS コース 2 年生 6 名である。なお、回答者に対して必要な説明は行なった。

表 3 授業後質問紙調査（表面）

DS_STEAM2 授業アンケート		名前 ()
該当する項目に回答を記入してください。		
1. そう思う 2. やや思う 3. あまり思わない 4. まったく思わない		
①Blender（無駄づくり）について教えてください		
1	授業は分かりやすかった	
2	主体的に授業に取り組んだ	
3	Blender の使い方を理解した	
4	Blender を今後の活動に取り入れたいと思う	
5	自分のプロトタイプ、プロダクトで使用することを検討した。	
6	自分のプロトタイプ、プロダクトに取り入れた	
7	6 でそのように答えた理由はなぜですか。以下の枠に記述してください。	
8	この授業で学んでプロダクトづくりに活かしたことを以下に記述してください	
②レーザーカッターについて教えてください		
1	授業は分かりやすかった	
2	主体的に授業に取り組んだ	
3	レーザーカッターの使い方を理解した	
4	レーザーカッターを今後の活動に取り入れたいと思う	
5	自分のプロトタイプ、プロダクトで使用することを検討した。	
6	自分のプロトタイプ、プロダクトに取り入れた	
7	6 でそのように答えた理由はなぜですか。以下の枠に記述してください。	
8	この授業で学んでプロダクトづくりに活かしたことを以下に記述してください	

表 4 授業後質問紙調査（裏面）

③販促コンペについて教えてください

1	授業は分かりやすかった	
2	主体的に授業に取り組んだ	
3	問いのデザインの方法を理解した	
4	この授業で学んでプロダクトづくりに活かしたことを以下に記述してください	

④2 学期の探究活動について教えてください

	どのような状況に直面したか	どのように行動したか	どのような結果になったか
プロトタイプづくり (シアトル研修前)			
フィードバック (シアトル研修中)			
プロダクトづくり (シアトル研修後)			

3. 研究の結果

3-1. 作成したプロダクト

本校 DS コース生徒 6 名が作成したプロダクトを表 5 に示す。今回のプロダクトは生徒の興味関心により迫るため、ボードゲームやアプリケーションといった形あるものだけでなく、ワークショップなどのイベントの開発もプロダクトの一形態とした。

表 5 生徒が作成したプロダクトの概要

生徒名	プロダクトの内容
生徒 A	日野市のまちおこしを目的としたボードゲーム開発
生徒 B	FGM（女性器切除）に関して学ぶためのワークショップ
生徒 C	子どもの感情リテラシー向上を目指すボードゲーム
生徒 D	リフレーミングを活用した、キャラクターによるメンタルサポートアプリ
生徒 E	若者のメンタルヘルス改善を目指したアルゼンチンタンゴの動画
生徒 F	子どもが洪水シミュレーションを体験するためのマイクラフト作成

3-2. 調査の結果と分析

質問紙調査の結果を以下に示す。表 6, 7, 8 は質問紙の 4 件法を単純集計したものである。Blender, レーザーカッターに関して「主体的に取り組んだ」「道具の使い方を理解した」の項目で「そう思う」, 「やや思う」をすべての生徒が選択した。また, 「道具を今後の活動に取り入れたい」に関して Blender は全員が「そう思う」, 「やや思う」を選択したのに対し、レーザーカッターは「やや思う」が 3 人, 「あまり思わない」「全く思わない」が合わせて 3 人という結果になった。そして, 今回製作されたプロダクトの中にレーザーカッターや Blender を活用した生徒はいなかった。

表 9~12 は自由記述で回答する部分についてまとめた。なお, 表 12 については生徒 A に着目しまとめた。表 9, 10 では道具をプロダクトに活用しなかった理由として, 主に自分の探究課題と解決策が合致しなかったことが挙げられた。

表 12 について, プロトタイプづくりではトレーディングカードの一部を作るところから始めている。フィードバックではデータ分析の必要性への気づきがあり, プロダクトを形にすることと並行して問題の深掘りを行っていることが確認できる。プロダクトづくりでは「ゲームの目的を忘れずルールを作ることを心掛け, 作った。」との記述があり, 設定した問題を意識しながら製作に取り組んでいることが確認できた。

表 6 Blender に関する項目単純集計

		そう思う	やや思う	あまり 思わない	まったく 思わない
1	授業は分かりやすかった	6	0	0	0
2	主体的に授業に取り組んだ	5	1	0	0
3	Blender の使い方を理解した	1	5	0	0
4	Blender を今後の活動に取り入れた と思う	2	4	0	0
5	自分のプロトタイプ・プロダクト で使用することを検討した	0	3	2	1
6	自分のプロトタイプ・プロダクト に取り入れた	0	0	1	5

表 7 レーザーカッターに関する項目単純集計

		そう思う	やや思う	あまり 思わない	まったく 思わない
1	授業は分かりやすかった	5	1	0	0
2	主体的に授業に取り組んだ	5	1	0	0
3	レーザーカッターの使い方を理解 した	3	3	0	0
4	レーザーカッターを今後の活動に 取り入れたいと思う	0	3	1	2
5	自分のプロトタイプ・プロダクト で使用することを検討した	0	1	0	5
6	自分のプロトタイプ・プロダクト に取り入れた	0	0	0	6

表 8 販促コンペに関する項目単純集計

		そう思う	やや思う	あまり 思わない	まったく 思わない
1	授業は分かりやすかった	5	1	0	0
2	主体的に授業に取り組んだ	5	1	0	0
3	問いのデザインの方法を理解した	4	2	0	0

表 9 質問紙調査 ①自由記述項目

①-7	6の回答の理由	<ul style="list-style-type: none"> ・私の作成しているアプリケーションではキャラクターと触れ合うことのできる機能があるのだが、そのキャラクターをblenderで作成し立体的にしようと思ったが、blenderで作成したものをアプリに入れる方法を学ぶことや、キャラクターの制作など課題が山積みだったため諦めた。 ・自分のプロトタイプ・プロダクトが何か目に見えるものを作る感じではなかったので、Blenderは使えないかなと思った。
①-8	Blenderで学んでプロダクトづくりに活かしたこと	<ul style="list-style-type: none"> ・Blenderの基本的な使い方をやっと理解できたかな。というところでその授業が終わってしまったので、まだまだ自分の力に自信が持てずプロダクトへの応用ができなかった。新たなものを作り出すということがとても難しいと気づいた。案外斬新なアイデアは浮かばないものだなと思った。 ・プロダクトにはあまり生かされなかったが、自分で考えて新しいアイデアを出すことができ、自分の型にはまった考え方を考えることができ、学びになったと思う。

表 10 質問紙調査 ②自由記述項目

②-7	6の回答の理由	<ul style="list-style-type: none"> ・レーザーカッターの授業は楽しいし興味深かったのですが、実際の私の探究とは少し方向性が違ったなというのが正直な感想です。ですが貴重な機会でのいい経験になったと思います ・blenderと同じで自分のプランが計画的じゃなかったので使いませんでした。何をどこまで使っていいのかが分かりづらいのかなとも思いました。
②-8	レーザーカッターで学んでプロダクトづくりに活かしたこと	<ul style="list-style-type: none"> ・自分のプロダクトに生かすことはできなかったが、正直楽しかったので、もの作りの素晴らしさを知った。 ・レーザーカッターというものを知らなかったので、自分の知らないことについて知ることができてよかった。また、実物を使うことができたのも良い経験となった。しかし、せっかく使い方などを学ぶのであればもう少しやりがいのある内容の方が学びを深めることができたのではないかと思った。

表 11 質問紙調査 ③自由記述項目

<p>③-4</p>	<p>販促コンペで学んでプロダクトづくりに活かしたこと</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・何か課題に対しての斬新な解決策を提示し、それに対してのスライドを作成する難しさを学んだ。そしてその経験が生きたのか、わかりやすいスライド作りを意識するようになった。 ・一つの課題に対して、色々な視点から解決策を考えだすという学びをプロダクトに活かすことができた。審査員からの視点で物事を考えたのがプロダクトに良い影響を与えたと思う。 ・第三者の意見や思考を考え、分析するという点は同じだなというふうに思います。販促コンペでは消費者の意見や行動などについて考えました。プロダクト作りでも、実際に使う側の意見などを予測しながら制作しました。 ・企業さんに向けて自分の案を提案することは高校生のうちには経験することがあまりできないことなので良い経験になった。また、今まで授業で自分が作成していたプレゼン資料についても見直すことができた。そして、この時に学んだ問い立ての仕方から自分のプロダクトについて少しずつ深めていくことができた。 ・現状やターゲットのニーズの分析、プロダクト（販促コンペで言ったらスライドなども）の見せ方などを活かせたと思う。本気で製造者側の立場になって、新たな商品を考えること販促コンペが初めてだった。法律や規則に違反していないかなど、細部への考慮の重要性に気付かされた。また、SNS 動画がプロダクトだった私にとって、配色やフォントといった、スライドを作る上での見せ方の理解は大きく貢献したように感じる。
------------	---------------------------------	--

表 12 質問紙調査 ④自由記述項目（生徒 A）

期間	どのような状況に直面したか	どのように行動したか	どのような結果になったか
プロトタイプづくり	トレカを作ろうと思っていたので、サンプル用のカードのデザインを考えるのに苦労した。	従来のトレーディングカードなどのデザインや仕組みを見ていろいろなカードからヒントをもらい、少しずつデザインを完成させていった。	歴史的要素も加わった、かわいい感じのトレーディングカードになった。数枚しか作っていないし、まだ不細工である。
フィードバック	現状についてのところでのデータ分析が甘かった。日野市の問題についてより深掘りをする必要がある。	日野市についてより調べた。また、プロダクトがまだ形になっておらず、わかりにくかったのでルールを考えたり量産してちゃんとした形にした。	ルールブックや何種類ものカード、カード配置図などを作り、プロダクトをより詳しく明確にした。実際にゲームを行ってはいないのでやってみたい。
プロダクトづくり	初めてのカードゲーム作りなので、ルールを作ることの難しさを痛感した。今までやる側しかやったことがなかったので新たなことを知るとい経験になった。	先生にも協力してもらい、ゲームの目的を忘れずルールを作ることを心掛け、作った。一つ一つ実際に作ったらどうなるかを予測しながら作った。	少し複雑なゲームになった。ゲームではいろいろな場面や場合があるので、その時その時のためのルールを作らなければならず、実際にゲームをしてみると難しいかもしれない。

4. 考察

研究の結果を踏まえ、次の事柄が分かった。第一に生徒の課題設定に至るまでのプロセスについて、課題の定義がはっきりしていない状態でもプロダクトを作って形にするという指向性をもつことで、探究活動がスタートする。作成したプロダクトやプレゼン資料に対してフィードバックを行うことで課題の設定が強化され、より深い探究につながる可能性がある。フィードバック、修正を繰り返すことが探究のプロセスをスパイラルの様に継続して行うことができる。

第二に課題設定を伴うものづくり学習に焦点を当てた探究学習カリキュラムについて、レーザーカッターや3Dプリンターなどのデジタルファブリケーションの学習を実施することで、アイデアの出し方については学びを感じているが、探究学習に取り入れるためにはハードルが高く、カリキュラム設定への工夫が必要である。

5. 研究の成果と今後の課題

本研究の成果と今後の課題について述べる。本研究においてプロダクトベースの探究学習での課題設定における生徒の思考プロセスは、課題設定が弱い状態でも探究活動を始めることができ、フィードバックを通して、設定した課題は強化されそうであることが分かった。プロダクトを作る行為は指向性がはっきりするため課題設定の困難さの解消や探究へのモチベーションを作ることができる可能性を感じた。これに関しては今後も検証が必要である。さらに本研究は少人数を対象とした実践研究であり、一般化には慎重であることにも留意したい。また、学習したデジタルファブリケーションが生徒の探究活動に組み込まれるためにはまだハードルが高く、工夫していく必要がある。

また、3学期の活動では作成したプロダクトをブラッシュアップし、ユーザーテストを行う予定である。こちらも検証を進め、次年度の探究活動につなげていきたい。

参考文献

- ・文部科学省. (2024). 初等中等教育段階における生成 AI の利活用に関するガイドライン. https://www.mext.go.jp/content/20241226-mxt_shuukyo02-000030823_001.pdf
- ・文部科学省. (2018). 高等学校学習指導要領解説（総合的な探究の時間編）
- ・深見 俊崇, 森永 遥香. (2021). 小・中学校の探究的な学習の過程における「課題の設定」に関する研究. 日本教育工学会研究報告集, 2021 巻, 1 号, p. 47-53.
- ・佐野 雄大, 奥野 香規, 黒田 昌克, 前田 まどか, 雨宮 久仁, 福井 昌則. (2024). 学校教員の探究学習に対する意識と指導観との関連性についての探索的検討. 教育情報研究, 40 巻, 1 号, p. 3-14.
- ・廣 直哉, 内ノ倉 真吾. (2019). 中学生による科学的に探究可能な問いの判断と生成の実際, 理科教育学研究. 60 巻, 1 号, p. 173-184.
- ・三輪泰大, 林兵馬, 樋口真之輔. (2024). 探究的な学習（課題探究）における生徒の問い立て・課題設定に対する認識の特徴. 日本教育工学会研究報告集, 2024 巻, 4 号, p. 29-34.
- ・文部科学省. (2017). 中学校学習指導要領解説（技術・家庭編）
- ・岳野 公人. (2005). ものづくり学習の構想設計における生徒の思考過程, 風間書房
- ・木内 裕佑, 藤田 剛志. (2020). エンジニアリング・デザインに基づくものづくり活動に関する実践的研究. 理科教育学研究, 61 巻, 3 号, p. 417-428

・渥美 猛, 小林 辰至. (2013). 探究の技能を育成するものづくり学習に関する研究. 日本科学教育学会研究会研究報告, 28 卷, 3 号, p. 49-52

共同研究者

(代表) 世古 直輝

木村 剛隆

ドウラゴ 英理花