

デザインの科学 ～「物理基礎」でのSTEAM教育実践～

柴田 行裕

神奈川県立津久井浜高等学校

はじめに

この度、卒業生寄稿という形でこのような機会を頂きましたこと、大変嬉しく思います。卒業した今でもご指導くださり、多くの挑戦の場をいただけますことを教職課程センターの方々へ、この場をお借りして感謝申し上げます。私立高校での2年間を加え、教員として5年目を迎える本年度ですが、今でも大学での学びや出会いが私の教員人生に色濃く活きています。本誌の趣旨を踏まえ、なにか現役の学生へメッセージがあるとすれば、ぜひ「本音でぶつかることのできる友人を見つけてください」です。もし見つかったなら生涯の財産になると思います。年に一回でいいので飲みに行くといいです。日々、学びと発見といったインプットの多いこの職業において、初心にかえり自身をみつめることは大変重要です。また公立私立や地域の差はあれど、学校という組織は案外内向的です。心血注ぎ自信満々で企画した取り組みが実は他校で3年前に行われていたとか、意識してアンテナを張らないと組織ごとどんどん世の中から置いていかれます。逆に自身や自校の取り組みが特徴的であることにも気づかなかったりします。私の場合、そんな気づきを与えてくれるのは大概、学生時代の友人です。本年度、そんな友人との飲み会で得た学びをヒントに少々チャレンジな取り組みを行いました。その取り組みをこの場をお借りして紹介させていただきます。その友人は北里大学で同じ教職課程を履修し、現在私立高校に勤めています。PBL（課題解決型学習Project Based Learning）という取り組みは、恥ずかしながらそこで初めて知りました。非常に興味深く、私がかねてより関心を寄せていたSTEAM教育と高い親和性があるように感じたため、ひと学年を丸抱えで受け持っていた2年生の「物理基礎」の授業で実践することにしました。

「デザインの科学」

これまで携わってきた多くの生徒は指示がよく通り、与えられた課題にはきちんと取り組むような素直な生徒たちばかりでした。しかしその反面、自ら考えて行動したり、発案や言語化するなどの能動的な取り組みに苦手意識を持つ生徒が多い傾向にありました。

私の勤務する横須賀・三浦地区の特徴でもあると思いますが、全国的にも生徒の主体性向上が声高に叫ばれ、それを促す学習法に多くの教員が取り組んでいることは言うまでもありません。生徒の主体性を促すことを課題としたとき、そのカギとなるのが「学ぶ動機」であると考え、生徒が強い当事者意識を持って取り組むことのできる学習法の一案として「物理基礎」の授業における課題解決型学習 Project Based Learning（略称：PBL）の授業を考案しました。PBLとは生徒が自ら課題を見つけ、さらにその課題を自ら解決する能力を身に付けることを目指す学習法です。PBLでは生徒が知識を天降り式に教わるのではなく能動的に知識を獲得するため、高い教育効果が期待でき、昨

今「総合的な探究の時間」をはじめ、さまざまな形での実践が各校でなされています。しかし、取り組み自体が新しく学習方法として浸透していないことや授業時間数との兼ね合いなどから、主要科目での実践例は非常に少ないという現状があります。また本来、PBLは市町村や企業、大学等と連携して取り組むことが一般的で、大々的に取り組むためにはコストやリスクが大きく少々ハードルが高いです。そこで今回はその課題設定について身近な「デザイン」を題材として取り組むこととしました。

日常には多くのデザインがあふれ、その多様化は日々加速しています。デザインには科学、技術、工学、芸術、数学などさまざまな要素が重なり合っていて、特定の分野のみでは議論しきれない多くの課題が潜んでいます。世に出回るデザインの多くは幾重ものシミュレーションや科学的考証を重ねて形になっています。また、社会におけるサービス多様化や急速なニーズの変化により、これまで主流であった仮説検証型のアプローチ

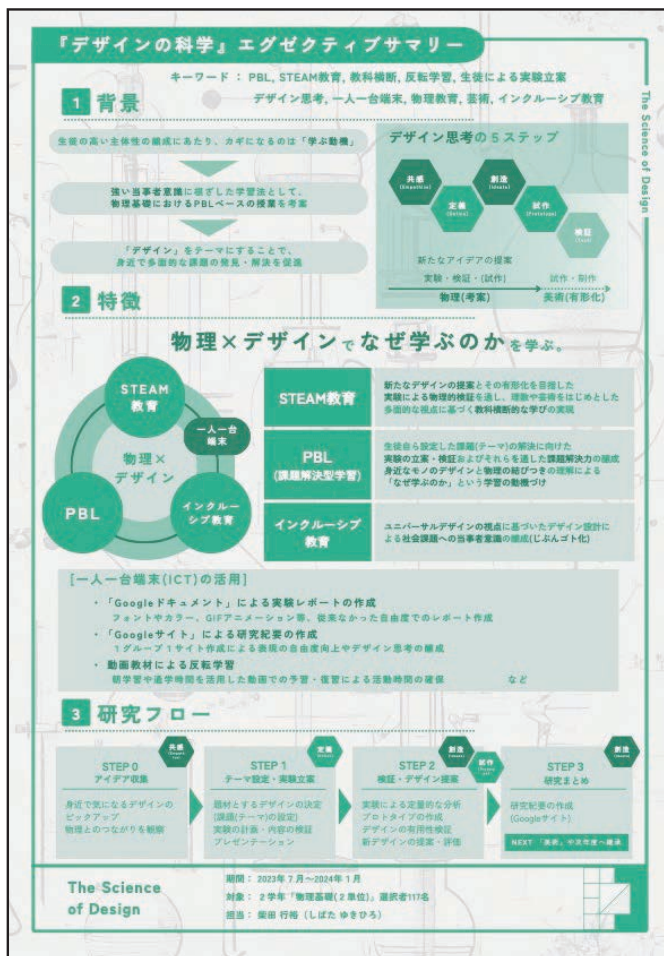


図1 「デザインの科学」エグゼクティブサマリー

に代わって、より多くのアイデアから解決策を導き出す手法である「デザイン思考」も Society 5.0に求められる重要な能力の一つとして注目されています。とりわけこの授業では「デザイン思考」における5つのプロセスのうちユーザーのニーズを探る「共感」、問題点の洗い出しと整理を行う問題の「定義」、具体的なアプローチの「創造」の3つにフォーカスし、科学的な考証とデザインの形づくりを通じた「デザイン思考」の醸成、ひいては「高校教育」と「デザイン」の連続性をテーマとした「物理基礎」でのデザインの考証、「美術」でのデザインの有形化という流れによる「デザインの科学」と題した課題解決型授業を目指しました。

1. 特徴

「デザインの科学」の主な特徴は次の通りです。

①教科横断的な課題解決によるSTEAM教育の実践

「デザイン」をテーマとすることで、新たなデザインの提案とその有形化を目指した実験による物理的検証を通し、理数や芸術をはじめとした多面的な視点に基づく教科横断的な学びの実現によって、物理にとどまらないさまざまな分野の有機的なつながりを見出すSTEAM教育の実践を目指しました。

②PBL（課題解決型学習）による動機づけ

世に出回っている身近なデザインから課題を見つけ、その改善に向けた新たなデザインの提案を研究テーマとしました。またその課題を解決するデザインを提案するために生徒自ら実験の立案・検証をします。この過程の中で、課題解決力の醸成を促すとともに、身近なモノと物理の結びつきの理解による「なぜ学ぶのか」という学習の動機づけを図りました。

③ユニバーサルデザインに基づいたデザイン設計によるインクルーシブ教育の実践

インクルーシブ教育実践推進校であるという勤務校の特色を活かし、デザインの提案にユニバーサルデザインの要素を取り入れることを条件としました。これにより身近なデザインへの課題意識やそれらの社会課題を「じぶんゴト」として捉える当事者意識の醸成を図りました。また、「旧デザインではどんな人が困るのか」、「新たなデザインはどんな人にとって使いやすいのか」のように「デザイン思考」における「共感」のプロセスであるデザインのターゲットとニーズの分析を意識させました。

加えて、「Googleドキュメント」による実験レポートの作成や「Googleサイト」による研究紀要の作成、動画教材による反転学習など、取り組みの基盤としてGIGAスクール構想による1人1台端末環境を積極的に利活用しました。特に反転学習については、定期試験の範囲も含む2学期に扱う内容の講義形式授業の一切を映像授業に置き換え、授業時間のほぼ全てを本取り組みに充てました。

2. アイデア収集

実施に向けた事前準備として、身近で気になるデザインをピックアップしてGoogleフォームで回答させ、課題設定の材料にしました。多くのヒントを見つけるため、これを夏季休業中の課題として1ヶ月近く期間を設けることとしました。右の図はその結果をテキストマイニングし、ワードクラウド形式で表示したもので、頻度の高い単語ほど大きく表示されています。600件近くのアイデアが集まり、「ペットボトル」やその他文房具など、教室にあるものが多く挙げられました。また「カニカマ」や「マヨネーズ」、「たまご」など食品関係も多く挙がりました。

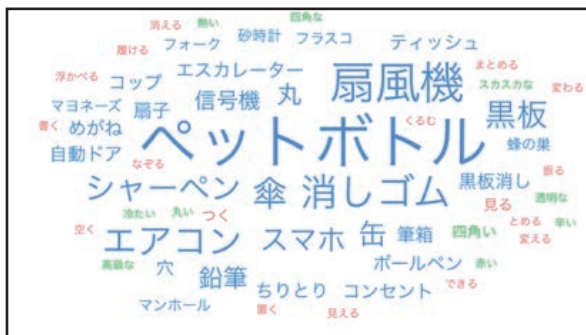


図2 気になるデザイン（ワードクラウド）

3. テーマ設定・実験立案

4人から3人のチームを作り、1チームにつき1つのテーマを設定しました。テーマ設

物理基礎 ●評価ルーブリック 実験プレゼンテーション(Ver.3.1)		年 組 番 氏名				評価
観点	S (4) 期待以上に満足できる	A (3) 十分満足できる	B (2) おおむね満足できる	C (1) 努力を要する		
知識・技能	目的と仮説	研究目的や仮説が明確であり、その研究の意義(どのように社会に役立つのか)がはっきりしている。	研究目的や仮説が明確でイメージが具体的に湧く。	研究目的や仮説が述べられていない。	研究目的や仮説が述べられている。	/4
	方法	研究目的に沿った実験方法が実験に必要なものや手順などの項目に分けられわかりやすく整理されており、仮説を十分に検証する内容である。再現性がある。	研究目的や仮説に沿った実験方法が述べられており、実現する具体性や現実味が十分である。	研究目的におおむね沿った実験方法が述べられているが、実現する具体性や現実味がやや不十分である。	研究目的を達成する実験方法として不適切、または、十分とは言えない。研究に耐えうる実験の立案となっていない。	/4
思考・判断・表現	資料 (構成・表示方法)		統一された表示と文体を用いるなど、視覚的に理解しやすいレイアウトである。また、文章構成は論理的である。また、適切な情報量である。	統一された表示と文体を用いるなどの工夫を感じるもの、発表の資料としてやや不十分または情報過多である。	表示と文体に統一感がない。文章構成が論理的でない。発表の資料として不十分または情報過多である。	/3
	発表姿勢 ①視線 ②声量 ③スピード		原稿に頼らず自分の言葉で研究内容を説明し、言葉遣い、声の大きさ、話す速度は適切であり、分かりやすい。	原稿を見ることがあるが、言葉遣い、声の大きさ、話す速度についてはおおむね適切である。	終始原稿を見ながら発表し、言葉遣い、声の大きさ、話す速度が適切ではない。	/3
	発表時間	時間配分が適切である (3分±10秒)	ほぼ時間内である 10～30秒長い(短い)	時間が少し超過している、あるいは少し短い 30～1分長い(短い)	時間が大幅に超過している、あるいは大幅に短い 1分より長い(短い)	/4
	質疑応答		質問者の質問に対して、研究した内容に基づいた適切な応答ができています。	質問内容を把握して応答できているが、余分な内容が多くなったり情報が不足したりしているところもある。	質問内容を把握できないまま応答しているため、質問と答えとが対応していない。	/3
取組む態度	UD(ユニバーサルデザイン)の観点		UDの観点に基づいて実験を立案し、非常に高い社会貢献性が見込まれる	UDの観点に基づいて実験を立案している。またそれを試みようとしている。	UDの観点に基づいて実験を立案していない	/3
	役割分担		役割分担を説明することができ、バランス良く組織的に研究を進めている様子がみられる。	役割分担を説明することができ、多少偏りはあるものの分担がきちんとなされている。	役割分担を説明することができない。また、説明はできるものの一部に負担が偏っている。	/3

図3 実験プレゼンテーション（ルーブリック）

定においては「世にない新たなデザインを提案すること」と「力学的な実験による検証をすること」、そして「ユニバーサルデザインの要素を兼ねていること」を条件としました。この取り組みの趣旨からずれていないか、研究に耐えうるテーマ設定になっているか、技術的、知識的に難しすぎない内容になっていないかなどを確認する目的で、この段階で一度、設定したテーマと立案した検証実験までをプレゼンテーションさせました。ルーブリックに基づき評価、フィードバックを行うことで形成的な評価を共有し、立案した実験の練り直しやブラッシュアップを図りました。班によってはテーマから見つめ直し再設定するなど、実験の立案にはとても苦戦している様子でした。

4. 検証・デザイン提案

図4 発表スライド (一例)

図5 研究要旨 (一例)

実際に立案した実験を実施してその結果を分析し、新しいデザインの有用性を検証しました。実験方法に始まり、数値の処理、実験の客観性や再現性など、実験の技能的側面についてはかなり苦戦しつつも、生徒たちは多くの文献やサイトを参考に実験を行いました。班によっては放課後のみならず朝や、昼休みを返上してデータ集めを行っていました。また、「新たなデザインの提案」についても既存のデザインを超えることにこだわりすぎるあ

図6 相互評価シート (一例)

まり、方針を見失ってしまう班も散見されました。それぞれの実験方法で検証した新たなデザインを発表し共有しました。発表の時間は、3分間発表、3分間質疑応答の1班につき持ち時間6分で行いました。また、研究発表の補助資料として研究要旨の作成を課題とし、相互評価として「ロイロノート」を活用しました。発表して終わりにとどまらず、活発な意見交換がなされていました。

5. 研究まとめ

この原稿を書いている現時点ではここまでの取り組みが終わり、最後に次の段階としてこれらの研究をまとめようというところです。今回はまとめとして、研究紀要をGoogleサイトで作成することとしました。サイトでの作成にすることで、色の表現を始め、レイアウトや動画の添付など、非常に高い自由度で研究をまとめることができます。また、日々馴染みのあるWebサイトを、見るだけでなく作成するという経験は、身近なモノの背景や作り手の気持ちなど、これまでにないモノづくりの新たな視点を獲得の機会にもなります。さらに、現在の仕様ではGoogleサイトはスマートフォンで編集することができないため、1人1台端末の環境が整った今だからこそできる新たな授業の形の一つではないかと考えています。

今後の展望として、ここで生徒の作成したサイトを参考に「美術」の授業で実際に形にしたり、次の学年の生徒がこの研究を継承したり、多くの場所にこの取り組みが波及していくことを目指します。



図7 Googleサイト（作成段階のもの）

おわりに

ここまでお読みいただきありがとうございます。稚拙な内容でのお目汚し失礼いたしました。文科省で声高に叫ばれる文言にとどまらず、教員5年目なりに少し解釈の自由度を上げ「いま、本当に求められる力は何だろうか」という自問自答を繰り返しながら挑んだ取り組みでした。もちろん挑戦の要素を多分に含み、課題も山積しています。研究と呼べるような代物でもありませんし、前述の通り、それほど新しい取り組みとは言えないかもしれませんが、私がここでの紹介を通して一番伝えたいのは「全力で取り組んだ失

敗は何にも代え難い価値がある」ということです。

本年度は教育実習生の担当にもなり、指導する立場での立ち振る舞いも求められる年齢になりました。(その実習生が北里大学理学部物理学科の学生であったことにはこの大学との強い縁を感じました。)

また、授業や学級経営のみならず多種多様な業務も増えました。自分は旅行会社かもしれないと思うことやその次の日にはプログラマーなのかもしれないと思うこともあります。それらをそれなりにこなしてもきっと面白い仕事だと思います。そればかりか、この教員という職業にはもっと多くの可能性を感じます。10年後、教員という職業の在り方が変わっても未来の自分に誇れるような挑戦を続けたいと思います。