

27	田原	田原市立田原中学校	イトウ ヒロユキ 伊藤 寛幸
----	----	-----------	-------------------

分科会番号	9	分科会名	技術教育
-------	---	------	------

研究題目「ともに未来を創造し、誰もが幸せな生活を実現する生徒の育成
ー新たな視点から想像を促す、「自律的問い直し」の実践を通してー」

1 はじめに

現代社会は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させ、経済発展と社会的課題の解決を両立する「Society 5.0」の実現へと突き進んでいる。この変革期において、教育課程もまた大きな転換点を迎えている。文部科学省の中央教育審議会における審議では、中学校技術・家庭科（技術分野）を「情報・技術科（仮称）」へと再編する検討が進められており、技術を「生活を便利にする道具」としてのみならず、「社会を創造し、課題を解決するための手段」として主体的に活用する力の育成が急務となっている。特に、情報の科学的な理解に基づき、技術の便益だけでなく社会への影響やリスクを多面的に分析し、よりよい生活や社会を構想する「社会参画の態度」の育成が、次期学習指導要領の核心的な論点として浮上している。未来を担う子どもを取り巻く課題は、気候変動や資源問題に代表されるように極めて複雑であり、これまでの単一の技術領域に閉じた学習のみでは解決が困難である。こうした背景から、義務教育の集大成となる中学校第3学年においては、複数の領域を横断的に活用し、現実世界の課題に対して最適解を導き出す「質の高い探究的な学び」を展開する必要がある。本研究では、こうした教育的要請に応えるべく、「共に未来を創造し、誰もが幸せな生活を実現する生徒の育成」を研究主題とした。ここでいう「幸せ」とは、単なる個人の利便性の享受に留まらない。自らの技術と知恵を動員して社会課題の解決に挑み、他者や地域社会、ひいては自然環境と調和しながら「よりよい未来」を共創していく過程で得られる、自己有

用感や社会貢献感を含んでいる。昨年度、地元の海で問題になっている「磯焼け」に伴うウニの食害問題に着目し、「計測・制御を用いたウニの育成」をテーマに題材を構想して実施した。これは「B生物育成の技術」と「D情報の技術」を統合させたものである。生徒は、センサを用いた環境のモニタリング、および自動制御プログラムの構築によって、生命を育む環境をいかに最適化するかという課題に取り組む。本題材では、基本的な計測・制御技術の習得と、技術を適用することによる環境変化の実感に主眼を置く。地元の切実な問題に対し、サイバー空間とフィジカル空間を往還しながら粘り強く探究するプロセスは、生徒の中に「技術の力で地域に貢献できた」という手応えを醸成する可能性を秘めている。本稿では、昨年度行った実践における手だてと、本年度田原市内の全中学校において行った「自律的問い直し」の手だてを用いた実践を紹介する。

2 研究のねらい

(1) 目ざす生徒像

研究対象は中学3年生である。本題材における目ざす生徒像を以下のように設定した。

- ・生徒が課題解決の必要性を感じ、自ら問題を見つけ追究し、自らの手で考えを構築できる生徒
- ・追究をする中で、課題解決や原因究明のために仲間と共に粘り強く考え、生活をよりよくする製品をつくるために自分にできる行動を考え、実行しようとする生徒

(2) 研究の仮説

【研究仮説 1】

教材との出会わせ方を工夫して、追究活動を支えれば、課題を解決する必要性を感じ、自らの手で考えを構築できるだろう。

【研究仮説 2】

新しい視点との出会い方や自分の考えの整理の仕方を工夫すれば、自分の考えを再構築し、よりよい追究活動ができるだろう。

(3) 目ざす生徒像にせまるための手だて

手だて① 実体験をもとにした学習課題の設定

前年度にウニの栽培を行っており、栽培をする中で感じた課題を解決するという位置づけで授業を設定することで、問題を解決しようとする気持ちを高め、継続的に追究することができる。

手だて② 自ら問い直しができる仕組みの設定

教師が問い直す場面を設定するだけでなく、生徒が他者との関わりや追究活動を進める中で、自ら日常的に問い直すことができる仕組みを設定することで、生徒自身が課題を見だし、よりよい生活の実現に向けて追究することができる。

3 研究の内容

(1) 題材名 「厄介者（ウニ）を価値あるものへ～海の再生プロジェクト～」

(2) 題材目標

- ・計測・制御システムの仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等を行うことができる。（知識及び技能）
- ・ウニ栽培の問題を見だして課題を設定し、計測・制御システムを構想するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えることができる。（思考力、判断力、表現力等）
- ・計測・制御システムに関する事象に進んで関わりながら活動を振り返ることで、よりよいプログラムの制作に向けた課題を設定し、解決方法を見つけようとする。（学びに向かう力、人間性等）

(3) 題材指導計画（6 ページ）

(4) 実践内容

手だて①について

田原市の海洋環境において深刻な問題となっている「ウニによる磯焼け」を、地域課題の解決と ICT 活用を融合させた題材を設定した。本題材では、生徒が地元の環境問題に当事者意識をもち、自分の手で解決策を模索することにより、知識・技能の習得と問題解決能力を育むことができた。昨年度の取り組みでは、実際にウニを栽培したものの、餌やりや水温・水質の管理など作業が多くて大変だったり、ウニが死んでしまったりすることがあった。この時の経験から、生徒たちは、「もっと栽培しやすくするためにはどうすればよいか」を論理的に考え、人的ミスや環境変動をプログラムによる自動制御で克服するという明確な目的意識をもって学習に臨むことができた。

この題材は、「情報」の内容を中心に、中学校で学んだ「材料と加工」「エネルギー変換」の内容を統合した総合実習として設定した。これにより、プログラミングスキルの習得にとどまらず、社会的な課題に対して知識を取捨選択し、どう応用すべきかを生徒自身が判断する「課題解決の幅」をもたせることが可能となった。生徒が自らのアイデアに基づき試行錯誤を繰り返す中で、意欲的に探究活動に臨む姿が見られた。

また、学習の質を保証するために、十分な数のセンサやアクチュエータを用意した。これにより、機材の不足による停滞を防ぎ、生徒たちが自律的に制御システムを構築できる環境を整えた。また、マイクロビットの使い方に際しては、外部講師を招聘し、短時間で効率的に基礎基本を習得させた【資料 1】。専門家の指導を受けたことで、技術的なハードルを早期に解決することができ、より試行錯誤する時間を増やすことができた。



【資料 1 外部講師による指導のようす】

手だて②について

資料2に示すように、追究の中で「問い深掘りシート」を活用した。このシートは「最初の問い」が日々の追究活動の中でどう変化したのかをまとめたものである。生徒は自分の活動を振り返り、「探究の現状」、「このままの問いでよいか」、「次回取り組むこと」という項目ごとに考えを整理することで、自分が次に何に取り組むべきかを明確にすることができる。生徒Aは「人が求めるのは安全性、正確性なので正確さを優先して追求したい」【資料2下線部】と記述しており、正確さを求めて、濁度センサの数値を正確に読み取ること

に注力していることがわかる。ところが、次の授業で生徒Aは他者との関わりの中で、「誤作動が起こった場合」【資料2破線部】という新たな視点を

得ていることが分かる。この考えを受けて、今までセンサの数値にこだわっていた生徒Aは「アナログ値で今までプログラムをしていたので、変数バージョンを作り誤作動の対策ができるように組み替えたい」【資料2点線枠内部】と入力している。このことから、生徒Aの中では、プログラムを制作する上で誤作動をさせないようにすることの優先度が高まり、変数を使ったプログラムの必要性を強く感じていることが推察される。このように問い深掘りシートという仕組みを作ること

で、生徒が他者との関わりの中で、よりよいものを制作しようとしていく支援策としての有効性を見い出せた。

問い深掘りシート 3年F組 生徒A

最初の問い	水質基準提示による水質確認。基準値以上に達した場合の対処		
日時	探究の現状	このままの問いでよいか？ より具体的にできないか？ 別の視点は必要か？	次回取り組むこと
12月8日	数値が正確に判断できておらず、アクチュエータの誤作動の連鎖	人が求めるのは安全性、正確性なので正確さを優先して追求したい。そのために濁度のより細かい数値を読み取れるようにプログラムしていく。	今はチョークで汚した水を利用しているため、実際のウニの濁った水で応用をこらしていきたい。数値の上限・下限をいじって、そのプログラムで動かせるようになったためそれを実行していきたい。
12月12日	誤作動が起こった場合の対策を行っている班が多く、「もしもの場合」を見据えてプログラムしていくべきだと考えた。	アナログ値で今までプログラムをしていたので、変数バージョンを作り誤作動の対策ができるように組み替えたい。表紙に変えた場合、ボタンといった機能が使えたりと使い勝手がいいため。	実際のウニの水槽はガラス張り、そして天候によってプログラムに誤作動が起こってしまうため、それぞれの場合に応じたプログラムをしていきたい。

【資料2 問い深掘りシート】

4 研究のまとめ

(1) 研究の成果

「問い深掘りシート」を意見交流の直後に活用したことで、生徒は他者の視点や考え方を踏まえながら自身の探究に反映させ、問いを更新・深化させる姿が見られた。このことから、学習の中で適切なタイミングに思考支援ツールを位置づけることの重要性が確認できた。

また、「自律的な問い直し」を育成するためには、題材内だけで完結させるのではなく、学年をまたいだ系統的なカリキュラム構成が重要であることが協議会を通して共有された。さらに、生徒同士の意見交流に加え、地域の専門家や外部機関と関わることで、多様な価値観や社会的視点に触れられ、探究の質と意味づけが高まると考えられる。

さらに、第2学年にてウニの栽培に取り組んでいたことで、第3学年の授業において、そのときに感じた困り感をプログラミングで解決したいという思いを高めることができた。このように各学年の学びが寸断されるのではなく、これまで習得してきた知識や技能が生かされるような学習活動を設定することの重要性を再確認できた。

(2) 研究の課題

今後の課題として、まず「問いの深掘りシート」の構成を見直し、授業冒頭で学習目標や次に取り組むことを明確に確認できるよう改善する必要がある。また、振り返りの時間を単なる活動のまとめに留めず、授業全体の流れや次時とのつながりを意識させる工夫が求められる。

さらに、第3学年にて統合的な問題を扱うためには、第1・2学年までに基本的な知識・技能の習得をできるようなカリキュラムを組む必要がある。そのために、第1・2学年の授業において知識・技能の習得を確実にに行えるような授業展開が求められる。

地域題材を用いたことにより、生徒が意欲的に学習に取り組めたものの、「ウニ」を最終的にどう

するのが曖昧になってしまい、「地域に貢献できた」という思いを十分に高めることができなかった。今後の実践では、最終的にどうしたいのかを生徒の思いをもとに設定し、研究主題である「共に未来を創造し、誰もが幸せな生活を実現する生徒の育成」を達成できるように、さらに研究を進めていきたい。

5 実践紹介

本年度、田原地区全中学校で行った『自律的問い直し』を行う力の育成を目ざした授業実践を紹介する。

(1) 生物育成についての技術（田原中学校実践）

田原中学校の2年生は、生物育成の学習の一環としてウニの栽培に取り組んだ。磯焼けの解決策として陸上で育つ作物を餌として与えられないかと考え、何がウニにとって最適な餌となりうるかを吟味した。

<ウニのえさ> (班としての意見)

小松菜
リーフレタス

栽培期間が短く
栄養 ウニが好んで食べるから。

生徒 A

+

<ウニのえさ> (クラスで出た意見)

ワロバー 小松菜 フローバー+豆苗
豆苗+スイスチード

↓

<ウニのえさ> (個人としての意見)

リーフレタスが良いと思っていたけど、
4.8班の意見をきいて豆苗がいまいちじゃないかと思
いました。何度も繰り返し育てるのは強いと思うし、
Bカロテンという成分??が含まれていてウニに良いのは
一番根拠があると思います。

【資料3 生徒Aのワークシート】

資料3より、生徒Aは、はじめに小松菜やリーフレタスがよいと考えており、栽培期間が短いことやウニが好む餌かどうかに着目している。しかし、意見交流を経て、繰り返し育てられる豆苗が継続的にウニに餌を与えるにはよいのではないかと

と考えていることがわかる。また、βカロテンという具体的な栄養素にも着目している。【資料3】これまでは「ウニが好む」という曖昧な表現だったものの、意見交流により「栄養素」という新たな視点を得たことがわかる。これらの視点を踏まえて、自分の中でどの作物がよいか問い直し、その結果豆苗を選んでいると推察される。このように骨子で定義されている「協同的問い直し」を継続的に行う中で、「自発的問い直し」へと深化させ、「自律的問い直し」を目ざしたいと考えている。

(2) 生物育成についての技術（東部中学校）

東部中学校では、『『売れる?』スプラウトを育てよう』を題材として、商品として売れるようなスプラウトの栽培を目ざした実践を行った。本実践を通して、課題解決力と栽培方法を工夫する態度の育成を目指した。実践についてスプラウトの特徴や発芽・成長に必要な条件、育て方を確認したうえで、実際に豆苗の栽培を行った。1回目の栽培を通して得た失敗経験と成功経験をもとにクラス全体での情報共有として「協同的問い直し」を行い、「自発的問い直し」の視点を獲得の活動を行った。1回目と2回目の栽培の間に、クラス全体で情報共有を行った。そこで、発芽した生徒と発芽しなかった生徒の管理方法の違いを比較した。また、「たけ」や「葉の色」といった成長具合の視点で情報を出し合った。その結果、生徒から「水やり」「温度」「遮光（日の光）」といった管理のポイントに対する気づきが出てきた。

※ 豆苗の育て方		たけの長さ	葉の色
発芽	5cm未満	5cm未満	黄緑色
（しなめた）	毎日水あげてない	毎日水あげてない	日光あててない
日数不足（2日）	スポンジにしみこみ	スポンジにしみこみ	箱から出してない
水と1日多くあげた後	ぐちゃい	ぐちゃい	
あげてない	5cm以上	5cm以上	緑
水が少なすぎ	箱に入れて4~7日	箱に入れて4~7日	だまれにおいでいる
	20~22℃	20~22℃	2日くらい（1株）
箱には入れてある			箱の中から緑あ

【資料4 協同的な問い直しの板書】

2回目の計画では、情報共有の場で得た「水やり」「温度」「遮光（日の光）」の視点を意識して管理を行うことを自分たちで決めることができた。

このように、仲間との情報共有による「協働的問い直し」を通して新たな視点を獲得し、2回目の栽培では、自らの栽培方法を見直す「自発的問い直し」へとつながっていきたい。

(3) 生物育成についての技術（赤羽根中学校）

赤羽根中学校では、ウニの餌としてブロッコリースプラウトを栽培している。グループで会社を立ち上げ、初期投資（必要な物品や種）と人件費（かん水代行）から必要経費を算出し、出荷額でまかなうようにしている。生徒Aのグループは、量を意識した養液栽培をめざし、「種を増やす」「かん水を毎日行う」という手段を考えた。こうすることで、収穫できる数を増やすことができると思ったからである。また、種も水に一晩漬けた種とし、できるだけ早く成長できるようにした。また、栽培場所は、資料を調べたところ、スプラウトには日光が直接当たらない方がよいと考え、日の当たらない外へ置くことにした。しかし、一晩経つと容器や種が風に飛ばされてしまった。そこで、保障対応の一環として教師から「なぜ失敗してしまったのか」「どうすればよいのか」と問いかけた。生徒たちは、飛ばされたキッチンペーパーを触り、水が乾いてしまったこと、その日の夜は風が強く吹いていたことに気づいた。そこから、水分量が少なかったのも、キッチンペーパーが乾き、風に飛ばされてしまったという原因を突き詰めた。そこで、水を多く与えること、段ボールで風よけをつくることを対処法とし、2回目の栽培を行った。2回目の栽培では、最初はうまく発芽したものの、水に漬けっぱなしの種が原因となり、ひどい匂いが発生した。原因を調べたところ、発芽しなかった種が腐敗した可能性があるとし、発芽していない種を除去した。また、有効な方法として、こまめに水を変えたり、日光を当てたりすることが大切であるとインターネットで調べて知り、実践に移した。しかし、匂いがなくなることはなく、成長もあまり見られなかった。そこで、3回目の栽培では、今までの失敗を

取り戻すために、たくさんの量を収穫する必要があると考えた。これまでの栽培方法と成功した周りのグループの方法を比較した結果、種を腐らせないために水を少量にし、代わりに回数を増やすこと、照度を最初は低くして成長を促す方法を考えることができた。この実践を通し、会社方式にすることによって方針を考えやすくし自分たちの取り組みがわかりやすくなったこと、失敗への補償をすることで原因や対策を自分たちで考える場が与えられたこと、栽培回数を増やすことでより量や質にこだわった栽培について自分たちの力で問い直しをすることができた。

(4) 材料と加工についての技術（福江中学校）

福江中学校では、1年生の「材料と加工の技術」の導入として、ペン立ての設計を題材とした実践を行った。横長で部品数の少ないA案と、縦長で部品数の多いB案を提示し、生徒が自分にとっての最適な設計を考える活動を通して、協働的問い直しから自発的問い直しにつながる実践を行った。授業では、「使いやすさ」「安全性」「経済性」「環境負荷」の視点から、それぞれの設計案の特徴を比較し、改善案を考えた。その後、班で話し合いの場を設け、付箋を用いて互いに助言を行った。生徒は他者から得た意見を参考にしながら、自分に必要なものを取捨選択し、設計図を修正していった。事前アンケートでは、多くの生徒が「使いやすさ」を重視していたが、話し合い後には、「安全性」や「経済性」といった新たな視点に気づく生徒が見られた。また、「底面積を広げて倒れにくくする」「余った材料を利用する」など、多面的な視点を根拠として設計を改善する姿も見られた。このように、他者との対話による「協働的問い直し」を通して新たな視点を獲得することで、生徒は自らの考えを見直し、よりよい設計を目ざして考えを更新することができた。また、得られた意見を自分で判断し取捨選択する姿から、「自発的問い直し」へとつながっていることがわかった。

(3)題材指導計画(10時間完了)

生徒の思い・考え	教師の手だて
ウニの栽培で困ったことや大変だったことがたくさんある 1 時 定期的に餌を与えなければ ならないが、忘れてしまう 数日経つと、水槽の海水が 濁ったり水位が下がったり してしまう ウニが弱ってしまうことが あった。夏場だったので水温 が関係しているのか 常にウニのようすを見ていられないからすぐに気づくことができないこ とが共通の悩みである。継続的に管理するにはどうすればよいか 2～4 時 時間を指定して餌を与える ことができれば、毎回人の 手で餌を与える手間は省け そう 海水が濁ったり水位が下が ったりしてしまうのは防げ なさそう。許容範囲はどれ くらいだろうか ウニにとって適温となる水 温は10～25度なので、 この温度を維持したい 超音波センサを利用するこ とで餌の有無を調べること ができそう 濁り具合や水位がどれだけ 下がったのかを人の目で正 確に判断するのは難しい ヒーターやクーラーを使わ ずに温度を一定に保つこと ができるとうい センサとアクチュエータを使うことで、管理作業を継続的に行うことが できそう。適切に動作するためにどのようなプログラムが必要か	アンケートの実施 ・仲間と一緒に困り感を共有し、問題解決の必要感を高めるに、生徒全員にウニの栽培を行った際に感じたことを回答するアンケートを実施する。 プログラミング講師の招聘 ・自分たちでプログラムを制作していくための素地を身につけるために、ウニの栽培に必要なプログラムの基礎となる micro:bit の使い方を専門家から学ぶ場を設定する。
5～8 時 餌が無くなったと判断した 際に、サーボモータを使っ て餌を与える 濁度センサを使うことで、 濁り具合を正確に計測する ことができそう 水温センサを使うことで、 すぐに水温を知ることがで きる 時間だけで判断しようする と、餌が余ったときに、餌 を与えすぎてしまうかもし れない 濁っていると判断をした際 に、新しい海水を給水する プログラムを作りたい 扇風機を使って風を送るこ とができれば、水温の上昇 を抑えられそう 経過時間と超音波センサの 2種類の要素で計測すれ ば、餌の与えすぎを防げる 海水を足していくだけだと 水槽からあふれてしまうの で、排水もできるようにし たい 扇風機が止まらなると電気 の無駄なので、適温になっ たらスイッチが切れるよう にしたい 複数のセンサで状況を判断したり、意図しないときに動かないようにプ ログラムを作ったりすれば、安心して管理を任せることができる	制作環境の設定 ・仲間とアイデアを共有し、かわり増やすために、制作しようとするプログラムが似ている人でグループを作ってもよいこととする。 考えを交流する場の設定 ・他者の考えを取り入れて自分の考えを見直すために、根拠をもとに自分の考えを発信し合う場を設ける。
9～10 時 自作したシステムを実際に水 槽に取りつけて動作を検証し てみたい 1年間使い続けて、季節ごとに 起きる課題を解決し、よりよい システムにしたい 他のセンサも試してみて、より 正確に動くようなプログラム を考えたい	