

研究課題	アクアポニックスを基軸とした ICT×「工業高校で学ぶ知識や技術」の活用方法の研究
副題	～未来の地球を救え！食料問題の解決に挑戦。農業と漁業に活用する工業×ICTの力！～
キーワード	STEAM教育 アクティブ・ラーニング
学校/団体名	公立山口県立岩国工業高校
所在地	〒740-1105 山口県岩国市錦見 2-4-85
ホームページ	http://www.iwakuni-t.ysn21.jp/

1. 研究の背景

本校では課題研究の授業において工業科4学科が連携し各科の特色を生かした地域連携や地域の課題解決を行う取り組みが行われてきた。令和2年度に同研究で本校の中庭にある水が張れなかった池を補修し、令和4年度にその池を活用し将来の食料難や国内における食料自給率の改善を目指し、漁業と農業を同時に行う「アクアポニックス」が行えるよう、ハード面の整備を行いました。現在はそこにチョウザメを放流しが泳いでいる状態にまでなりました。本校ではアクアポニックスにおいて、餌遣いや水温管理、水質管理や水耕栽培に使用する水の制御、使用するエネルギーをどのように運用し、人にかかる労働や環境への負荷を減らしていくための制御や、管理する際の情報収集の部分において本校では、まだ工業的に解決できていない。これらを解決していくプロセスを生徒たちが実践を通して学ぶことで専門性を生かしながら様々な問題発見や問題解決能力を育む。

また一方で、プログラミングについての知識や理解を深め、プログラミング教育の一環として高校生が先生となり、小学校へ出向きロボットを制御する出前授業を展開している。現状ではロボットの「進む」や「止まる」といった基本的なものにとどまっており。身近な例やプログラミングを学ぶだけでなく学んだことで何ができるかなどの具体的な学びを活かす方法を示せていない。これらも更に発展的な授業や問題を解決する力に繋げるための授業へアップデートしていく時期にきている。またこれらを行う上で、地域を支える人材を育成している工業高校の魅力も併せて周知していきたい。

2. 研究の目的

①ICTを活用した「主体的・対話的で深い学び」の実践

アクアポニックスに関する取り組みを通し、地球や地域、自身の将来を想像し、他学科が学ぶ専門性の理解とそれらを複合的に活用していく力を育成する。

②ICTを活用した教科横断的な授業や取り組みの実践

各教科や専門性及び具体的な課題を、ICTを活用しながら工業的な知識や技術を組み合わせた解決方法を模索し、普段の学びや理解を深めるだけでなく実用的な力として定着させる。

③情報機器を活用した教員の資質・能力の向上及び授業の改善

3. 研究の経過

表1 研究の経過

時期	学習活動	主な学習活動の内容
4月	昨年度までの取り組みについて	昨年度までの研究の復習と今後の取り組みについて学ぶ
	授業支援クラウドを活用した情報の共有の方法について	各自で調べた内容を個人で編集し全体で共有する意義や方法を学ぶ
5月	基盤やモーターの基本について	基盤やモーター等の制御や取り扱いに
	食料事情とアクアポニックスについて	食料自給率や世界の食料問題などを調べ本取り組みの意義を再確認する。
	池の清掃	池の清掃と設備の整備や補修を行う
6月	チョウザメ飼育方法について	地元で飼育されている方のところへ施設や直接
	給餌方法の検討	先行事例や商品化されているものを調べ、製作方法を検討する。
7月	試作機の検討・製作①	制御方法を検討し、実際に動作を確認し改善点を検討する。
9月	中学生見学会（成果の中間発表）	中学生見学会（体験入学）において取り組みの内容を簡潔に中学生へ紹介する。
10月	出前授業最終確認	出前授業の内容を
	岩国小学校へ出前授業（本取り組みの簡単な紹介とプログラミング学習について）	小学校へ高校生が講師として出前授業を行う。小学生に授業の評価とアンケート記入を行ってもらう
	出前授業の振り返り	自己評価、アンケート記入を行う
11月	試作機の検討・製作②	制御方法を検討し、実際に動作を確認し改善点を検討する。
	試作機の検討・製作③	
12月	試作機の検討・製作④	前回製作したものをよりよくするため制御方法を検討し、改善点を検討する。
1月	試作機の検討・製作⑤	本年度の成果物（給餌器）を完成させる
	課題研究発表会（成果発表）の準備	わかりやすく資料や写真を整理して取り組みを説明する。
	課題研究発表会	各発表について各々評価、アンケート調査
		一連の授業を想起しながら、アンケート記入を行う

※本研究は本校に設置される工業系4学科（機械科、電気科、都市工学科、システム化学科）の3年次に「総合的探究の時間」にあたる「課題研究」の授業をベースにして進めている。毎週月曜日、3時間分（50分×3コマ）が基本となっている。

4. 代表的な実践

アクアポニックスを基軸にした研究は、令和4年度に製作したアクアポニックスにおける池の整備、サイフォン管現象を利用したオートサイフォンによる水耕栽培のための装置といったハード面を活かし、餌遣りや水温管理、水質管理や水耕栽培に使用する水の制御、使用するエネルギーをどのように運用し、人にかかる労働や環境への負荷を減らしていくための制御や、管理する際の情報収集の部分において基礎的基本的な力を育成した上で、ICT機器を活用し普段学ぶ各科の知識や技術を教科や専門性を横断しながら工業的な解決を図る取り組みについて研究を進めた。

チョウザメの飼育の方法や特性は、地元で飼育されている奥本オイルメンテナンスサービスのチョウザメ飼育部門を見学した。(図1) 奥本様に実際の飼育方法や注意点などを講習していただき、飼育方法について学んだ。次に池や水耕栽培の装置の整備を行った。(図2・図3) 整備と同時に全体の装置や栽培する培地について理解を深め、仕組みや育てるべき作物について学んだ。(図4) この際、日本の食料問題や地球温暖化についても調べ、省スペースで効率的な農業と漁業の行えるアクアポニックスの有用性を再確認し、採算性の面でも有利な魚と野菜の種類についても調べ、飼育や栽培の難易度なども考えながらどんなものが良いか検討を進めている。



図1



図2



図3



図4

次に、プログラムや基盤について学び、AC モーター、サーボモーターやセンサーといった基本的なものの制御の仕方について学び、給餌のための装置についてアイデアを出し合い、案をいくつか試作器として製作することにした。(図5・図6)



図5



図6



図7



図8

アイデアを形にするにあたって初期段階では百円均一で手に入るもので機構面の試作を行い、動作や制御の方法等の確認作業を兼ねて試作機をいくつか製作した。(図7・図8) 試作機を製作していく中で耐久性や強度、安定した動作など改善すべき課題が見えてきた。試作機での試行錯誤の成果で新たなアイデアがあったが手加工で精度を出すには難しく、実習

で行っている3次元 CAD を活用し3Dプリンタを利用して形にするなど、学んだ知識や技術を生かしトライアンドエラーを繰り返し、自分たちのできることや問題点の洗い出しなどを行った。〔3Dプリンタを活用したアイデア（図9）と実際に出力した作品（図10・図11）〕

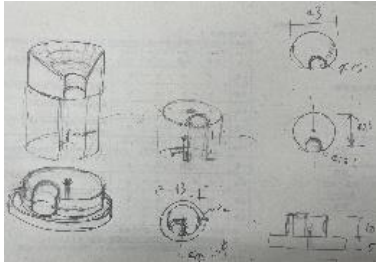


図9



図10



図11

様々な試作機を製作したがエサの粒子が小さく、生育年度によって餌の粒径が異なるため、確実に一定時間で一定量を給餌させながら汎用性を持たせるなどの条件があり、シンプルな技術と耐久性を持たせ製品として成立させることは思っていた以上に難しかった。本年度は複数あるアイデアの中で最終的にはジュラコンというプラスチックのような材料を実習で学習する旋盤加工機（図12）で大きめのネジ切加工を行い、本来はネジの溝とするため螺旋状に加工する技術を用いた。螺旋状になった溝部分を利用し、溝に餌を供給し回転させることで一定量の供給ができるものを製作（図13）した。これらをタイマーで一定時間作動させる制御をする装置（図14）を完成させた。

これらは目的の一つにある ICT 機器を活用しながら教科横断的かつ主体的・対話的で深い学びを工業高校で生徒自身が身につけた知識や技術の基礎的・基本的な技術を組み合わせ、課題を解決する力として学んだ技術や知識のアウトプットが行なえている作品が製作できていると言える。



図12



図13



図14

一方で生徒自身がアクアポニクスでの制御やプログラムなどを学び、プログラミング教育の一環として小学校へ出前授業として赴き、本校生徒が小学6年生へ向けて先生として授業を展開した。こういった取り組みを行うことで、単に何かを制御する言語として終わっていたものを、高校生も教える側としてプログラムの内容や制御装置について学び直などが自然と行われた。高校生が「プログラムができるようになる」のではなく、「プログラムを生かす力を身につけさせる」ことに挑戦した授業を展開していく中で、小学生が考えているこれから行おうとしている課題に対し、「解決するための答えが言える」のではなく、「解決していく

ためのアドバイスができるようになる」といった明確な目標を高校生自身が自ら考えられるようになった。また小学生にとってもプログラミングを学び、ロボットを制御するという目的を達成しながら、プログラミングを学んでいくことの延長線上に身近にある地域の工業高校生が「単に知識を得る（インプット）だけ」でなく、「学んだ知識や技術を社会に活かしていく（アウトプットする）」など学びを社会の発展につながる挑戦に生かしていることも学べる授業となっている。〔授業の様子と使用するロボット（図15～図18） 授業中真剣に学ぶ児童と講師の高校生（図19～21）〕



図15



図16



図17



図18



図19



図20



図21

5. 研究の成果

本取り組みを通し、生徒の変化としてプログラミングの出前授業のふり返りにおいて「人に教えることは、自分がよく理解していないと難しいし、答えではなく答えに近づくヒントを出すためには、いろんな質問がくる予想を立て小学生がどこでつまづくか考えておかないといけない。」や、「授業をただ聞くだけではなく、自分自身もどうやったらもっとよくしていくことや複雑な動きができるだろうと応用のところまで考えられるようになった。」「小学生が積極的に聞いてくるので自分たちもしっかり勉強しておかないといけない」など学習の深化や意欲の向上が見られた。小学生のアンケートでは「高校生が教えてくれたり、実際にロボットを動かすのでプログラミングを身近に感じられた。」「高校生がやっていること（本取り組み）がわかり工業で勉強したらいろんなことができるってわかった。」といったものがあった。

またアクアポニックスの取り組みについては当初、ただ楽しそうだから魚が好きだからといった意見が多かったが、食料事情を調べたり、飼育の大変さを体験したり企業を訪問し講義いたき、普段学んでいる専門分野を生かすことで、課題を解決できるかもしれないという意識が醸成できてきた。その成果が先ほどにも上げた（図14）である。一連のふり返りで生徒のアンケートにもあるように、「高度な技術でなくても旋盤の基本的な加工技術とモーターを一定時間回すだけの簡単なことでも組み合わせればシンプルでいいものをつくり出せることがわかった。」「す

ごい技術でなくても、アイデア次第で社会や人の役に立つことがわかった。」「授業で習うものをどうやって社会の役に役立てるかを想像しながら授業を受けるようになった。」「自分の苦手なところを人の得意なところに助けられ、チームでやることや他の学科の強みはかこいいなと思った。」「思ってもない発想が専門でない科のメンバーから出てきたり、着眼点が勉強になった。」などの意見があった。このことから本取り組みは高校生にとっても小学生にとっても目標であった主体的・対話的で深い学びや、教科横断的な授業や取り組みの深い学びが行えていると言える。

6. 今後の課題・展望

本校では総合的な探究の時間にあたる課題研究の時間を3年次に3時間まとめてとっている。そのため教科横断的かつ主体的・対話的で深い学びをするための時間を継続的に行うことが難しく、課題を発見したり、アイデアとして形にするなど学習をアウトプットする機会が少ない。課題を発見し構想を練る時間が多くかかり、こういった活動をより効果的に行うためには1年次や2年次にスモールステップを踏めるよう、総合的な学習探究等において、学ぶことで何ができるようになるか、どういった力が身につくか、そしてそれを自分自身ならどうやって社会に還元して役に立たせるものやアイデアにつなげていくことを考える時間が必要である。また、そういった時間の確保と、できるだけ学びを他者に発表したり、成果品を納品し、感謝される体験が生徒の学習意欲を高め、意欲を高めることがわかった。

ICT機器はもちろん、身の回りの何気ない知識や技術、授業で習う基礎的基本的なものといった組み合わせや、ものごとの本質や理を考え抜く力を、本取り組みを生きた教材として活用し来年度以降も生徒に工業の専門性×ICTで新たなチャレンジと学びを継続し、生徒が将来にわたり、様々なものを解決できる力を身につけさせる。また、それらを教える側である教員も専門的な知識や技術を深化させながらICT機器の活用が、より身近な学びとして定着するよう展開していく。

7. おわりに

本研究を通し、生徒の学ぶ姿勢や意欲が大きく向上しただけでなく、関係教員も発想の転換や考え方が大きく変容した。「答えのある学び」ではなく、知恵を振り絞って最善策を生徒と一緒に考え、実現する方法を色んな角度から検証していく。外部との調整も手間は大きいですが、得られる成果や生徒の学びも大きいことがわかった。特色ある学校づくりや持続的な学校づくりの面においても、生徒の達成感や学習の満足度が高い。教員の不安も負担も大きくなるが、生徒の意見にもあるようにすべて教員がやるのではなく自分の苦手を得意な人が助けてくれる繋がりを学校外にもつことも大切だと認識できた。最後に、本研究の推進に関係者各位に感謝申し上げます。

8. 参考文献

- ・はじめてのアクアポニクス実践マニュアル
- ・めっちゃ、メカメカ！基本要素形状の設計
- ・めっちゃ、メカメカ！リンク機構 99→∞