

協働的問題解決を取り入れた技術科の授業実践

堤 健人 ・ 川田 和男*

要約：中学校技術・家庭科（技術分野）において、協働的問題解決を通して多様性・協働性・主体性を効果的に伸ばさせる授業を実践した。一つは、情報セキュリティ対策を題材とした授業で、2時限の知識構成型ジグソー法を用いた。もう一つは、アイデアロボット製作の授業で、18時限を貫いて知識構成型ジグソー法を展開した。協働的に問題解決する活動により、習得させる知識・技能や多様性・協働性・主体性が効果的に生まれ、より工夫された作品やアイデアが創出された。

キーワード：協働的問題解決、知識構成型ジグソー法、技術科

I. はじめに

本校ではテーマを「グローバル時代をきりひらく資質・能力を培う教育の創造」、サブテーマを「協働的問題解決ができる子どもの育成をめざして」と設定し、今年度から研究に取り組んでいる。また、グローバル時代をきりひらく資質・能力を「さまざまな文化や価値観を理解し認め合いながら自分の考えを明確にして問題を解決する力」と定義しており、主として多様性・協働性・主体性の伸長を掲げている。そこで、技術・家庭科〔技術分野〕（以降、技術科とする）として上記の力を育む授業づくりについて研究を進めている。技術科では、従来から生徒それぞれの身近な問題について、ものづくりを通して解決することを軸に知識や技能を獲得させている。そこで、より生徒が協働的に取り組むことができる題材や授業展開を設定する。協働的問題解決する方法として、本研究では「知識構成型ジグソー法」（注1）を用いる。この方法は、いくつかの校種・教科での実践が報告され、その有効性が検証されてきている。（CoREF, 2015ほか）しかし、技術科での実践は見られない。したがって、本研究では、多様性・協働性・主体性の伸長に向けた「知識構成型ジグソー法」有効性と課題について考察する。

II. 研究の目的と方法

本研究の目的は、技術科の授業において、協働的問題解決をさせる手法の一つである「知識構成型ジグソー法」の有効性を考察することである。そのために、技術科の4内容のうち、「B. エネルギー変換に関する技術」と「D. 情報に関する技術」における題材を設定した。一つは、一般的に展開されている2時限連続の授業の題材である。もう一つは長期間にわたって組み込む題材である。

III. 2つの授業実践

1 実践①「アイデアロボットの製作」

(B. エネルギー変換に関する技術)

(1) 授業の概略

対象：2学年の生徒79名（男子38名、女子41名）

題材：アイデアロボットの製作（ルールや規格は、全日本中学校技術・家庭科研究会主催創造アイデアロボットコンテストの活用部門に準ずる。

授業の流れは表1に示す。

表1 「アイデアロボットの製作」の授業の流れ

時限	学習内容
1	力の伝達と機構
2	ルール確認とロボット製作について
3	エキスパート課題の製作①
4	エキスパート課題の製作②
5	アイデアロボットの設計①
6	アイデアロボットの設計②
7-14	アイデアロボットの製作①～⑧
15	試走とアイデアロボットの改良①
16	試走とアイデアロボットの改良②
17	校内ロボットコンテスト①
18	校内ロボットコンテスト②とふり返り

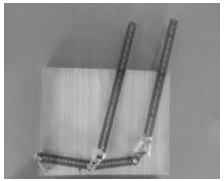
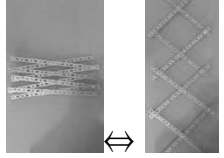
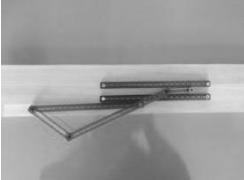
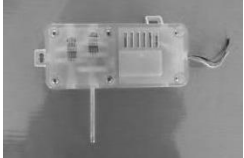
*網かけが知識構成型ジグソー法を組み込んだ授業である

(2) 協働的問題解決場面

3～18時限で、知識構成型ジグソー法を組み込む。3・4時限がエキスパート活動、5～16時限がジグソー活動、17・18時限がクロスパフォーマンス活動にあたる。アイデアロボットは4人班（計20班となる）で1台を製作させる。エキスパート活動の課題を表2のように設定した。また、生徒の製作物の一例も記載する。

* 広島大学大学院教育学研究科

表2 エキスパート班の課題と製作物

課題	製作物
「自動車のワイパーの模型を製作せよ」 (ただし、ワイパーは90°以上稼働すること)	
「パンタグラフ機構の模型を製作せよ」 (ただし、500mm以上変化すること)	
「往復スライダクランク機構の模型を製作せよ」 (ただし、スライダは160mm以上稼働すること)	
「ギヤボックスを2つ完成させよ」 (ただし、速度伝達比は700で製作すること)	

なお、エキスパート課題に取り組む際は、インターネットに接続したタブレット端末を使用させた。生徒は図1のように、教科書や資料集だけでなく、インターネット上の情報を収集・活用しながら課題に取り組んだ。



図1 エキスパート課題に取り組む様子1

(3) 結果と考察

題材を、18時限で実践できたことが成果と考える。昨年度の2年生はアイデアロボット製作に21時限必要とし、今年度は3時限削減できた。これは、知識構成型ジグソー法を取り入れたことで、協働的問題解決がスムーズに進んだためと捉えることができる。

まず、知識構成型ジグソー法におけるエキスパート活動が大きく貢献したといえる。なぜなら、ものづくり経験の乏しい昨今の生徒は、教科書や資料集等で機構について学習しても、実際に動作する模型を製作することは非常に難しい。これは機構や動力伝達のしくみを平面で捉え、稼働させたときの部品の干渉を頭の中で想定できない生徒が多いことが大きな要因である。また、稼働部の動作に影響を及ぼす要素を考えず、資料通りに製作することも目的とする動作を実現できない原因と考えられる。そこで、エキスパート活動において、動きがあり可動域を設定した製作課題を与えた。このことにより、生活体験を補いつつ、試行錯誤を通して部品の干渉や実現したい動作に影響する部品を考慮しながら目的とする機構を製作することができるようになった。図2、図3は、そのことを示す生徒のワークシートの記述例である。

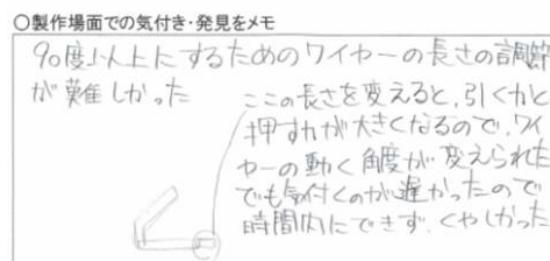


図2 ワークシートの記述(エキスパート課題1)

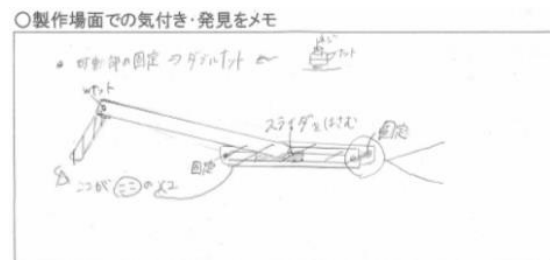
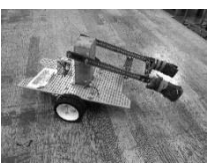




図3 ワークシートの記述(エキスパート課題3)

次に、製作したアイデアロボットに着目すると、表3のように分類できた。

表3 生徒が製作したアイデアロボットの分類

型	紙コップを反転させる動き	製作されたアイデアロボットの例	製作数
車体反転型	紙コップを掴み、車体ごと180°回転させる。		16
上部機構回転型	紙コップを掴んだ車体の上部の機構ごと、水平方向に回転させる。		2
アーム回転型	紙コップを掴んだアームのみを回転させる。		2

設計段階では、エキスパート課題で扱った比較的複雑な機構を用いる班が過半数であった。しかし、製作段階で試行錯誤するうちに、シンプルな車体反転型に落ち着く班が75%以上となった。設計変更のあった10の班に仕様変更の理由を尋ねたところ、シンプルである方が操作や保守・点検しやすいと解答した班が5つ、限られた時間内で完成させる自信がないと回答した班が5つであった。また、題材を終えての振り返りとなるワークシートにおいて、①製作を通してわかったこと、②他の班と比較して気づいたことを自由記述させた。多様性・協働性・主体性の伸長が読み取れる記述をした生徒の割合を、表4にまとめる。また、典型的な生徒のワークシートの記述例を、図4に示す。

表4 学習後の自由記述における多様性・協働性・主体性に関するキーワードとその抽出割合

資質・能力	キーワード例（生徒記述）	抽出割合
多様性	<ul style="list-style-type: none"> ・いろいろな機構のロボットがあつておもしろい。 ・班ごとに構造が違い、それぞれ特徴があるから見ていてあきない。 ・意見を出し合いながら、よりよいものにしていくことができた。 	72%

協働性	<ul style="list-style-type: none"> ・班だからいろいろなアイデアをだすことができた。 ・班で協力してつくることができたことがよかった。 ・大変だったけど協力してロボットをつくる楽しさがわかった。 	85%
主体性	<ul style="list-style-type: none"> ・修正して再チャレンジした。 ・楽しく積極的に授業に参加できた。 ・思い通りにいかないことが多かったが、それがだんだん楽しくなってきた、積極的に取り組めた。 	66%

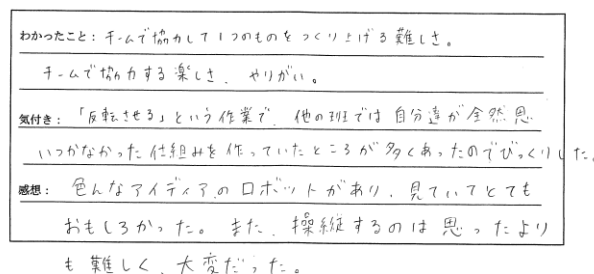


図4 ワークシートの記述（実践後の振り返り）

表4や図4より、多くの生徒が協働的問題解決でねらう資質・能力の伸長を実感していることがわかる。一方で、技術科としては本来、設計した作品を仕上げさせるべきである。本実践では、半数の班が試行錯誤の結果、当初の設計とは異なる作品を製作した。原因としては、生徒が目的とする動作には、より適切な機構があるにもかかわらず、エキスパート課題で扱った機構を選択したり、エキスパート課題の条件にかかわる要素を理解できなかつたりしたことが考えられる。このことから、教員は生徒の製作を見越したエキスパート課題の設定と、エキスパート課題で製作する機構の本質を理解させる指導が必要になると考えられる。

2 実践②「情報セキュリティ対策」

(D. 情報に関する技術)

(1) 授業の概略

対象：1学年の生徒80名（男子38名，女子42名）

題材：情報セキュリティ対策

授業の流れは表5に示す。

表5 「情報セキュリティ対策」の授業の流れ

時限	学習内容
1	コンピュータの構成と五大機能
2	コンピュータの情報処理
3	情報のデジタル化
4	ネットワークの構築
5	情報の管理・運用と情報セキュリティ対策
6	高度情報通信社会と未知の脅威への対処

*網かけが知識構成型ジグソー法を組み込んだ授業である

(2) 協働的問題解決場面

5・6時限で知識構成型ジグソー法を組み込む。5時限目のエキスパート活動の中で、図5～図8に示すワークシートを使い、平成26年に被害の多かったサイバー犯罪の事例とその技術的な対処法を中心に情報セキュリティに対する知識・技能を高めさせる。6時限目は、コンピュータ内部の情報処理やネットワークのしくみ、情報の運用についての技術をもとに、ジグソー活動の中でこれから起こりうる未知の脅威に対応できる方策を考えさせ、クロストークで全体交流をさせた。

「リスト型攻撃」とは

リスト型攻撃とは、アカウントリスト攻撃ともいわれ、インターネットサービスへの不正ログインを狙った不正アクセス攻撃の一種である。不正ログインのためにIDとパスワードがセットとなったアカウント情報リストを利用する。

特定のインターネットサービスに対し、IDとパスワードがセットになったアカウントリストを元に不正ログインを試行する。ユーザーが複数のインターネットサービスで、特にパスワードなどのアカウント情報を使いまわす行動習慣を狙った攻撃手法と言える。実際に使用されているIDとパスワードがセットになっているため、1IDあたりの不正ログイン試行回数は少ないが、不正ログインが成功する確率は高くなります。

インターネットサービスへの不正ログイン成功により、攻撃者はそのユーザーアカウントを乗っ取ったり、オンラインサービス上で登録されている情報を窃取したりすることができる。従来からある不正ログイン攻撃手法であるブルートフォース攻撃や辞書攻撃とは区別される。

アカウントリスト攻撃

① 事前にIDとパスワードでログインIDとパスワードの組み合わせがセットになったアカウントリストを作成する

② 特定のインターネットサービスにログインを試行する

③ 正しいIDとパスワードが見つかるまで試行を繰り返す

既存の攻撃 フルートフォースや辞書攻撃

① 特定のインターネットサービスにログインを試行する

② 正しいIDとパスワードが見つかるまで試行を繰り返す

③ 正しいIDとパスワードが見つかるまで試行を繰り返す

図5 エキスパート課題1 (リスト型攻撃)

「標的型メール攻撃」とは

特定の企業や組織を狙った標的型攻撃メールにより、重要な情報が盗まれる事件が頻発しています。標的型攻撃メールとは、不特定多数を対象にばらまかれる通常の迷惑メールとは異なり、対象の組織から重要な情報を盗むことなどを目的として、組織の担当者や業務に関係するメールアドレスと偽って開封してしまうように巧妙に作り込まれたウイルス付きのメールのことです。

標的型メール攻撃の中で、多くのターゲット(標的)に対して下のような同じ内容の攻撃メールを使うケースを、ばらまき型という。

標的型メール攻撃は、ばらまき型だけでなく、下のようなやり取り型やなりすまし型のような手口もある。

標的型攻撃は多くの場合、組織の機密情報や個人情報を読み出すことが目的としている。具体的には、企業の内部情報や未公開の製品情報、個人のクレジットカード番号や銀行口座の暗証番号だったりする。

図6 エキスパート課題2 (標的型メール攻撃)

「MITB 攻撃」とは

MITB (Man-In-The-Browser) 攻撃では、攻撃者はコンピュータウイルスを使って偽の画面を作り出し、不正操作に必要な情報を入力させたり、通信の内容を改ざんして不正送金を実行したりする攻撃である。

また、コンピュータウイルスがオンラインバンキングの利用を検知すると、キーボードの入力情報や画面ショットを外部に送信して、IDやパスワードを盗み出す。

- CASE1 キーロガー**：ブラウザ上でキーボード入力したID/パスワードが盗み出される
- CASE2 マウスロガー**：クリックした位置やマウス操作が盗み出される
- CASE3 スクリーンスクラッパ**：ブラウザ上で表示されている画面のスクリーンショットが盗み出される

ユーザーはMITBによる攻撃に気付きにくい。なぜなら、銀行のサイトをそのまま使うため、URLは本物のままで、SSLを使ったサーバ認証では検知できないためである。

図7 エキスパート課題3 (MITB 攻撃)



図8 エキスパート課題4 (Web サイト改ざん)

(3) 結果と考察

エキスパート活動はそれぞれのサイバー犯罪に対する情報を収集し、まとめることがメインとなるためコンピュータ室で行った。ジグソー活動とクロストーク活動は無線 LAN が配備された技術教室で行い、タブレット端末と電子黒板を活用した。

ジグソー活動では、集めた情報を交流するときに聞き手を意識して、タブレット端末の画像を拡大・縮小したり、線やマーカーを用いたりする様子も見られた (図9)。



図9 ジグソー活動の様子

また、クロストーク活動では、各班でタブレット端末にまとめたアイデアを電子黒板に集約し、比較・分類の活動を行う中で、更なるアイデアの創出があった (図10)。



図10 クロストーク活動の一場面

ICT 機器を効果的に活用することで、言語活動が活性化して様々な意見が飛び交ったり、生まれたりする場面が多く見られた。さらに、多様な価値観を受容しあう力が高まったと感じる。

IV. おわりに

中学校技術科において「知識構成型ジグソー法」を取り入れた協働的問題解決型の授業を実践した。多くの中学校で技術・家庭科は2時限連続で授業が実施されているため、「知識構成型ジグソー法」のような協働的問題解決型の授業と相性がよいと感じられた。ある程度難易度が高い課題を取り扱う場合、協働的に取り組む必要性が生まれ、1時限より2時限連続で授業を実施することでより深く考え、多様な解決法が見込まれる。今後は、知識構成型ジグソー法が有効に働く他の題材を検討していきたい。また、題材の有効性を定量的に評価したり、協働的に問題解決する様相を測る指標を考えたりしていきたい。

(注1) 知識構成型ジグソー法

知識構成型ジグソー法とは、生徒に課題を提示し、課題解決の手がかりとなる知識を与えて、その部品を組み合わせることによって答えを作りあげるという活動を中心にした授業デザインの手法です。

(大学発教育支援コンソーシアム推進機構 (CoREF) : 協調学習 授業デザインハンドブック—知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり— より抜粋)

引用・参考文献

- 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，教育図書，2008.
- 中島康博ほか：技術科教育における問題解決能力の育成に関する研究－「技術とものづくり」の授業実践より，愛知教育大学教育実践総合センター紀要（13），pp. 187-194，2010.
- P. グリフィンほか：21世紀型スキル 学びと評価の新たなかたち，北大路書房，2014.
- 竹野英敏：科学技術リテラシーの醸成における技術科教育の影響(科学技術リテラシーの発展に向けた技術教育と理数教育の連携・協働-デザイン・モデリングの観点からの技術・理科・数学の位置づけと関係の在り方-)，課題研究発表，学びの原点への回帰-イノベティブ人材育成のための科学教育研究-)，日本科学教育学会年会論文集 38，pp. 83-86，2014.
- 上野耕史：今後の技術教育の方向と教材に必要な条件(技術教育における教材・題材の理念と理数教育との連携・協働，課題研究，次世代の科学力を育てる：社会とのグラウンディングを進展させるために)，日本科学教育学会年会論文集 36，pp. 33-34，2012.
- 谷田親彦，隠善富士夫：中学校技術科「技術とものづくり」の学習で生徒が習得したと感じる資質・能力の事例検討，科学教育研究第 34 巻，4 号，pp. 368-377，2010.
- 大学発教育支援コンソーシアム推進機構：「協調学習 授業デザインハンドブック—知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり—」
- 技術教育分科会編集：新技術科教育総論，日本産業教育技術学会，2009.
- 警察庁：広報資料「平成 26 年中のサイバー空間をめぐる脅威の情勢について」，2015.
- IPA Technical Watch：
<https://www.ipa.go.jp/files/000043331.pdf>
- ITpro by 日経コンピュータ：
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/>
- 株式会社 FFRI：http://www.ffri.jp/special/mitb_1.htm
- ケーブルインターネット ZAQ：<http://zaq.jp/>
- 株式会社大塚商会：<http://www.otsuka-shokai.co.jp/>
- 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育(改訂)，日本産業技術教育学会誌第 54 巻，4 号別冊，2012.
- 総務省：
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/security/index.html
- 朝日新聞 DIGITAL：<http://www.asahi.com/>
- トレンドマイクロ：
<http://www.trendmicro.co.jp/jp/index.html>

Class Practice through Collaborative Problem Solving in Technology and Home Economics

Kento TSUTSUMI and Kazuo KAWADA

Abstract. This paper reports a class practice through collaborative problem solving in technology and home economics at junior high school. The learning content involved information technology and information security using the knowledge-constructive jigsaw method for two lesson periods. The practice consisted of producing ideas about using robot technology for energy conversion. The integrated knowledge-constructive jigsaw method was practiced over 16 lesson periods. In solving the problem cooperatively, the students effectively acquired knowledge and learned skills related to technology and home economics. The learning process also involved collaborative efforts on the part of the students and acquiring independence of will. Furthermore, a work devised more was produced.

Key words: Collaborative Problem Solving, Integrating the Knowledge- Constructive Jigsaw Method, Technology Education