

ものづくりで育むスキルについての一考察

A Study on Training Skills by Manufacturing

岩崎 有朋*・中川 一史**

岩美町立岩美中学校*・放送大学**

中学校理科の「光の性質」の単元で、ものづくりの実践を行なった。単元末に生徒が必要だと感じたIwami 10 Skillsとともに選定の理由として記述したものをテキスト化し、全部で148文が得られた。つぎに、記述の中から複数名が同じ動詞表現を使っているものだけを抽出したところ、125文あり、これは全体の84%であることから、この125文について21世紀型能力の要素との関連を分類した。その結果、21世紀型能力の道具や身体を使う力（基礎力）にあたる内容が14.4%、深く考える（思考力）にあたる内容が16.4%、未来を創る力（実践力）にあたる内容が69.2%であった。また、動詞表現で重複した文の多い順5つを挙げた結果、4つは実践力の要素であった。生徒は、ものづくりの学習を通して、教科の内容と並行して、将来の社会生活にもつながるスキルを学んでいることがある程度明らかになった。

キーワード：ものづくり，スキル，21世紀型能力

1. 背景

1.1. STEM教育とものづくり

STEM教育とものづくり活動の意義と効果についての研究の中で、峯村・野村(2017)¹⁾は、学校では科学的方法という名の下で事実や手続きを明示的に教える手法が蔓延しているとしている。

それを裏付けるように平成27年度全国学力・学習状況調査生徒質問紙では、理科の授業で観察・実験の立案について肯定的回答は54.9%と低く、同年同調査の報告書では指導改善のポイントとして「問題を見出し、適切に課題づくりができるようにする」、「予想や仮説を設定し、検証する実験を計画できるようにする」と実験を計画することに関して一番スペースを割いて記述されている。

このことより、学校現場において、観察・実験は行われているが、その多くは単に教科書等に記されている実験手順通りに進められたものであったり、観察・実験の必要性につながる単元を通じた課題の設定が不十分であったりすると考えられる。

一方、平成29年6月に示された中学校学習指導要領解説理科編では、各分野の目標やねらいが十分達成できるようにする配慮事項の一つとして「ものづくりの推進」が挙げられている。その中で、「ものづくりは、科学的な原理や法則について実感を伴った理解を促すものとして効果的であり、学習内容と日常生活や社会との関連を図る上でも有効である」とさ

れている。また、そのあとには生徒の創意や工夫が活かせるようにするとも記されている。

峯村・野村(2017)では、STEM教育においてもものづくり活動の学習方略の中でも、柔軟な方略因子がプラス方向に有意な結果を示している。つまり、一直線ではない活動の中で、様々な過程を複数回辿りつつ、その過程で知識を身に付けながら完成に向かう学び方が効果的であるとしている。

ここでポイントとなるのが学び方である。教科単体の学力だけでなく、教科横断の学び方や汎用的なスキルが必要だと考える。

1.2. 学校におけるスキル育成

筆者*の勤務する中学校では平成28年度から継続して汎用的スキルの育成について校内研究を進めている。高校入試を1つの目標とした短期的な学力とあわせて、将来彼らの社会生活を支える力を長期的な学力として捉え、その両方を育てる教育をするというものである。

その研究の中で、勤務校の学校教育目標『校訓「みずから学び みずから鍛え みんなと生きる」を体現する生徒の育成』を達成するために、職員で協議し、Iwami 10 Skills (図1)を設定した。その10のスキルを各教科の授業の中で活用する場面を仕掛け、体験を通して生徒自らが身に付ける取り組みを行っている。



図1 : Iwami 10 Skills

授業者は本時のねらいを提示する時に、本時で活用するスキルとその具体的な場面も提示するようにしている。こうすることで、授業者は学習者に対してどのスキルをどのように使うのかということを意識した授業設計につながり、学習者もその場面では意識して提示されたスキルを使う。このようにして各教科の授業において、汎用的スキルを育成する取り組みを行っている。

2. 目的と方法

2.1. 目的

中学校理科におけるものづくりを通じた学習において、学習者が必要としたスキルを明らかにする。

2.2. 方法

光の性質の学習（全8時間）において、ルーブリックを見て、本時に活用できるIwami 10 Skillsを予測させ、学習後は予測を振り返る。そして、単元末に、必要だと思われるIwami 10 Skillsについて5つ挙げ、選定の理由も記述させる。次に、国立教育政策研究所が示している21世紀型能力²⁾の基礎力・思考力・実践力に併せて生徒の動詞表現を分類し、考察する。

2.3. 授業の実際

対象とした単元は中学1年理科「光の性質」である。「段ボール・プロジェクター・プロジェクト」として、タブレット端末の小さな画面を拡大し、みんなと一緒に見るという目的のために、ダンボールと凸レンズを組み合わせ、ダンボール・プロジェクターを製作するというプロジェクト型の学習である。また、ここで扱うスキルは図1のIwami 10 Skillsの

ものから選択させる。

単元構成は次のとおり（表1）である。

表1 : 単元構成

学習段階	学習活動
導入 (課題設定) 1/8	<ul style="list-style-type: none"> Iwami 10 Skillsを参考に、ものづくりを行うときに必要なスキルを挙げる。 身近なツールから仕組みを想像する。(故障しているプロジェクターを分解して、仕組みを知るヒントとして提示する)
展開1 (仮説の設定) (計画の立案) 2/8	<ul style="list-style-type: none"> 凸レンズのはたらきを調べる実験の手順を検討する。 どのようなデータを得る必要があるのか、それがどのように製作物に関係してくるのかを明確にする。 ※実験器具の操作についてはNHK for Schoolの「焦点距離と像の大きさ」等を参照する。
展開2 (実験の実施) (結果の処理) 3/8	<ul style="list-style-type: none"> 実験の計画に従って凸レンズのはたらきを調べる実験を行い、焦点距離やタブレット端末とレンズの距離を変えることで出来る像の大きさの変化などを理解する。 元のタブレット端末の画面よりも大きく映すために、凸レンズとタブレット端末の画面の位置関係を見出す。
展開3 (考察・推論) (計画の立案) 4/8	<ul style="list-style-type: none"> 凸レンズのはたらきを利用して、タブレット端末の画面よりも大きな像を映し出すプロジェクター本体の大きさをどうするのかを検討する。 ダンボール・プロジェクターの具体的設計案を作成し、試作版作りに取り掛かる。
展開4 (実験の実施) 4/8	<ul style="list-style-type: none"> 試作版を製作し、課題点を見つけ、その解決のために様々な改善を試みて完成版に仕上げる。
展開5 (結果の処理) (考察・推論) 6/8	<ul style="list-style-type: none"> 完成版を使い、凸レンズのはたらきと実物を関連付けながら、他者に説明できるように準備する。 ※説明のプレゼンにはアプリを使用
展開6 (表現・伝達) 7/8	<ul style="list-style-type: none"> 説明の根拠を示し、下記の項目に触れながら実物を使って説明する。 <ul style="list-style-type: none"> レンズの焦点距離 大きく映るしくみ 設計で工夫した点 考えの根拠となったWebや教科書
まとめ (未来への志向) 8/8	<ul style="list-style-type: none"> 身近な製品例をもとに、凸レンズのしくみの活用事例を挙げる。 この学習で気づいた自他の良さ、課題と今後の行動目標を自分の言葉でまとめる。

3. 結果

単元末に生徒が必要だと感じたIwami 10 Skillsとともに選定の理由として記述したものをテキスト化

し、全部で148文が得られた。

つぎに、記述の中から複数名が同じ動詞表現を使っているものだけを抽出したところ、125文あり、これは全体の84%であることから、この125文について21世紀型能力の要素(表2)との関連を分類(表3)した。

表2：21世紀型能力

道具や身体を使う力(基礎力)	・言語 ・数量 ・情報	言語や数量、情報などの記号や自らの身体を用いて、世界を理解し、表現する力
深く考える(思考力)	・問題解決・発見 ・論理的・批判的 ・創造的思考 ・メタ認知 ・学び方の学び	一人一人が自分の考えを持って他者と対話し、考えを比較吟味して統合し、よりよい答えや知識を創り出す力、さらに次の問いを見つけ、学び続ける力
未来を創る(実践力)	・自律的活動 ・関係形成 ・持続可能な社会	生活や社会、環境の中に問題を見だし、多様な他者と関係を築きながら答えを導き、自分の人生と社会を切り開いて、健やかで豊かな未来を創る力

表2：21世紀型能力の要素との関連付け

	21世紀型能力要素	動詞表現	内容(何を、どのように)
基礎力	言語的リテラシー	伝える	意見
	情報リテラシー	活用する	情報
	情報リテラシー	選ぶ	考え、情報
	情報リテラシー	使う	教科書やインターネット
	情報リテラシー	調べる	教科書やインターネット
思考力	問題発見解決力	立てる	筋道、計画
	問題発見解決力	解決する	問題、課題、粘り強く
	問題発見解決力	出す	結果、答え
	問題発見解決力	理解する	問題、すること
	問題発見解決力	見つける	ヒント、課題
	メタ認知	試す	いろいろな方法、他の方法
実践力	自律的活動力	考える	周りの人のこと、やるべきこと、役割、粘り強く
	自律的活動力	諦めない	失敗しても、ダメになっても
	自律的活動力	持つ	やろうとする意識
	自律的活動力	頑張る	粘り強く
	自律的活動力	作る	納得できる意見、根気よく
	自律的活動力	必要とする	意見、取り組む気持ち
	人間関係形成力	行動する	みんなのため、筋道通り、自分から、粘り強く
	人間関係形成力	合わせる	意見、考え、学習内容と
	人間関係形成力	納得する	他の意見、みんな
	人間関係形成力	関わる	周りの人
	人間関係形成力	協力する	他の人と
	人間関係形成力	出し合う	互いの意見、違った意見
	人間関係形成力	大切に	自分の意見、他人の意見

社会参画力	取り組む	物事
社会参画力	大切に	取り組む気持ち
社会参画力	理解する	他の意見、役割
社会参画力	見つける	できること、役割
社会参画力	探す	できること

抽出した125文の動詞表現のうち、21世紀型能力の中の道具や身体を使う力(基礎力)にあたる内容が14.4%、深く考える(思考力)にあたる内容が16.4%、未来を創る力(実践力)にあたる内容が69.2%であった。

次に、動詞表現で重複した文の多い順5つについて挙げた結果、次の通り(表4)であった。

表4：動詞表現の重複数(多い順)

重複数	動詞表現	21世紀型能力要素
16	考える	自律的活動力
10	諦めない	自律的活動力
9	持つ	自律的活動力
7	活用する	情報リテラシー
7	行う・行動する	人間関係形成力

4番目の道具や身体を使う力(基礎力)の要素にあたる情報リテラシーを除き、上位のあとの4つは全て21世紀型能力の要素では未来を創る(実践力)に分類される。

4. 考察

今回は、光の性質の単元で段ボール・プロジェクターづくりを行なった。通常の理科の授業ならば、教科書に沿った問題解決型の学習が中心なので、凸レンズのはたらきの実験を行い、レンズと物体の距離を変えた条件での実像や虚像の作図といった学習になる。その結果、基礎力・思考力に関するスキルへの関連性が高くなると思われる。

しかし、今回のものづくりの学習の結果、未来を創る実践力についての割合が非常に多くなった。本単元では、学習のタイトルを「世界を自分たちで作らせ〜ダンボール・プロジェクター・プロジェクト〜」とし、自分たちで新しいものを作り出すことの価値を教科書の学習を通して学ぶように示していた。教師から「この小さなタブレットの画面をクラスみんなで見えるくらいに大きく映す道具を作って！」

という発問を行った。レンズはどのような働きがあるのか、焦点距離とは何か、どのようにして映すのかなど、実験の計画、プロジェクターの設計、試作の作り直しなど、試行錯誤をしながら完成にこぎつけた。また、展開6では、自作のプロジェクターを使い、どのような理論でタブレットの画面が映し出され、それをこのプロジェクターではここに生かされているというプレゼンまで行っている(図2)。

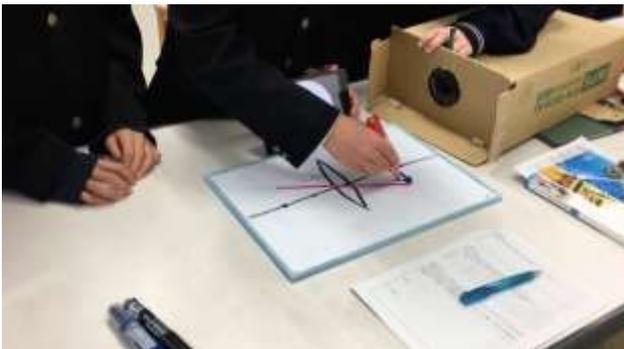


図2：作成したプロジェクターを使った説明場面

また、単元後の生徒の感想には次のようなものがあった。

- ・自分たちでもやることさえ理解すれば作れるという驚きや、なんかすごいなあ〜なんかも思った。
- ・工夫をして完成した時には、「こんな身近なものでプロジェクターを作れるんだ」と感動したし、いろんな可能性を感じた。
- ・たくさん問題があったけど、1つずつ話し合ったり、実験したりして解決したので達成感があった。何かをゼロから作れたことがとても嬉しかった。
- ・話を聞いた時、「難しそう」「無理だろう」と思っていたけど、映った時は達成感があった。最初から無理と思っていたのではダメだと思った。

生徒はこの学習を通して教科の内容もだが、それ以上に将来の社会生活にもつながるスキルを学んでいることがある程度明らかとなった。

学習の様子を見ていると、役割を分担しあったり、気づいたことを伝えあったりと、協働して学び合う姿が多々見られた。特に、今回のように、虫眼鏡の凸レンズと段ボールという身近で加工しやすい素材を使うことで、考えたことを具体的な工夫として表現できることが意欲の継続にもつながったと考える。

今回指標として用いた国立政策研究所が示している21世紀型能力の基礎力、思考力、実践力のそれ

ぞれは、新学習指導要領の「生きて働く知識・技能の習得」、「未知の状況にも対応できる 思考力・判断力・表現力等の育成」、「学びを人生や社会に生かそうとする学びに向かう力・人間性等の涵養」につながるものとする学びに向かう力・人間性等の涵養と考えると、ものづくりを取り入れた学習を行うことで、学習者は学びに向かう力・人間性等の涵養といった高次の資質・能力を自ら育むことができるのではないかとと思われる。

教科指導として、その単元を扱うだけでなく、その単元の内容を生活の課題などと結びつけることで、それを解決するためにテクノロジーや科学などをうまく組み合わせる必然性が出てくる。そういう学習課題になるものを教師が、または生徒とともに見出し、それを学習へつなげていくことで、教科を超えた未来に生きるスキルが少しずつ生徒の中に根付くのではないかと考える。

今後は、理科で行うだけでなく、数学や美術、音楽など、教科横断的なつながりのもとで実践研究を行いつつ、未来の創り手である生徒が自分たちで世の中は作り出せるんだという感覚を少しでも感じられるような実践を行いたい。

5. 参考文献

- 1) 峯村恒平, 野村泰朗(2017) STEM教育の考え方を取り入れたものづくり活動の意義と効果の検討 : ものづくりに関する諸理論の検討と学習方略尺度の前後調査から<教育科学>, 埼玉大学紀要. 教育学部, 66(2), pp. 295-303
- 2) 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2013) 社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則, 国立教育政策研究所, 教育課程の編成に関する基礎的研究報告書 5)