

# 理科

松田 剛

横山 雄介

共同研究者 松原 道男（金沢大学）

## 1. Society5.0に向けた教育を進めるに当たって

本校理科では、学校教育目標の目指す生徒像「自ら考え学び創造する生徒」の実現を目指し、これまでの研究成果をもとに、継続的に「科学的な思考力」の育成に取り組んできた。その方法の一つとして、日常生活や社会問題・環境問題を捉えた課題を設定したり、科学的な見方・考え方をを用いて解決を図る課題を設定したりするなどの取組を行ってきた。また、他教科とのつながりを意識した授業も計画的に行ってきたが、これは物事を多面的・多角的に捉えることにもつながり、より科学的な思考力の育成を図ることができるのではないかと考えてきたからである。

本校では、昨年度より研究主題を「Society5.0を主体的に生きるための資質・能力の育成」と定め、これを成し遂げるためには、各教科を通して実社会とのつながりを意識した実践を行うことが重要であると認識している。なぜならば、今後、AI等が本格的に普及していく Society 5.0 において、教育や学びの在り方は大きく変わると考えられているからである。文部科学省は、「Society 5.0 において我々が経験する変化は、これまでの延長線上にない劇的な変化であろうが、その中で人間らしく豊かに生きていくために必要な力は、これまで誰も見たことのない特殊な能力では決してない。むしろ、どのような時代の変化を迎えるとしても、知識・技能、思考力・判断力・表現力をベースとして、言葉や文化、時間や場所を超えながらも自己の主体性を軸にした学びに向かう一人一人の能力や人間性が問われることになる。特に、共通して求められる力として、①文章や情報を正確に読み解き、対話する力、②科学的に思考・吟味し活用する力、③価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心・探求力が必要である」としている。

それぞれの教科によって教科独自の見方・考え方がある中で、理科として育成したい力は、科学的に思考・吟味し活用する力であると考え。そこで、本校が定める10の「Society5.0を主体的に生きるための資質・能力」の中で、自然事象が引き起こす社会的問題や科学技術の社会生活への活用における「論理的思考」に着目し、その育成に重点を置くものとする。つまり、科学技術や社会についての具体的な状況において、問題解決の場の設定を工夫し、科学的な思考において基盤となる論理的思考をはたらかせることを考えることにした。

これらの授業実践については、他教科等のつながりや伝統文化を意識したこれまでの研究の中で、知識の関連性や活用について検討した研究成果が生かされるものと思われる。そこで、本年度は、STEAM教育を意識した課題解決学習を通して、「論理的思考」に関わる能力をより効果的に育成することも目指していく。

## 2. 資質・能力の育成に当たって

### (1) 教科等として育成する資質・能力について

本校が定める Society5.0を主体的に生きるための資質・能力の中で、自然事象が引き起こす社会的問題や科学技術の社会生活への活用における「論理的思考」の育成をより効果的に行うための具

体的な取組を以下に示す。

2年生では、物質単元「さまざまな化学変化」において、生徒にとって馴染み深い化学カイロを題材とし、「市販の携帯用カイロのような適温のカイロを作ろう」という課題解決学習を行った。教科書の実験では、化学カイロが発熱する理由を、鉄粉、活性炭、半紙、塩化ナトリウム水溶液を袋に入れて温度を測り、鉄が酸素と化合するときに熱を発生することを学習する。ところが、化学カイロにはそれらの材料以外にもパーミキュライトなどの原材料が含まれている。「どうして鉄以外の原材料が含まれているのだろう」「それぞれの原材料にはどのようなはたらきがあるのだろう」「なぜ温度がすぐに下がってしまうのだろう」といった、生徒が見いだした疑問を「変える条件」「変えない条件」に注意させたり、一つにつき使用できる鉄粉量を制限したり、使う人や環境を意識したりして計画を立案し、その計画に基づいて実験を行い、得られた結果を分析し、成果を発表する活動を通して「論理的思考」の育成を行っていく。

3年生では、エネルギー単元「仕事とエネルギー」において、滑車の組み合わせによって小さな力で重りを持ち上げることができるということを考えさせる。動滑車を用いると力が小さくなることを学んだ上で、既習事項を生かしながら複合滑車などを用い、生徒自らにどのような連結ならば小さな力で重りを持ち上げられるかということを考えさせていきたい。また、その際にはどのような力のかかり方をしているかということにも着目させていきたい。実社会との結びつきという視点では、クレーン車の仕組みに繋げることや、効率の良い組み方はどのようなものかということにも目を向ける。試行錯誤しながらも滑車をくみ上げ、また、その仕組みを考えることで「論理的思考」の育成を図りたいと考えている。

## (2) 関連・連携を図った教科等について

### 2年「市販の携帯用カイロのような適温のカイロを作ろう」

導入において、カイロの学習を社会科の歴史的分野の観点から学習していく。カイロの起源は平安時代から江戸時代に使われていた「温石」にあり、温めた石を袋に入れて、それを懐に入れて暖をとっていたことにある。現在の化学カイロは、お菓子に使うための脱酸素剤を作っている時に偶然、脱酸素剤が熱を発生していることに気が付いたことから、日本人が世界初の使い捨てカイロとして発明したと言われている。使い捨てカイロは、封を開けることにより空気を取り入れ、鉄が酸化することで、熱が発生するという簡単な原理になっているが、この酸化と熱の持続時間の折り合いが難しく、使い捨てカイロの発明の際には、原料の配分には多くの試行錯誤があったと言われている。また、実際のカイロの商品化には、技術・家庭科（技術分野）の「生活や社会における事象を、技術との関わりの視点で捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性などに着目して技術を最適化する」という視点が大切である。どのようなカイロを作ってもよいのではなく、「使う人や環境を意識した」という社会的制約の中での探究を、STEAM教育を取り入れる中で、主体的に取り組めるようにしていく。

### 3年「滑車を利用しオリジナルクレーンを作ろう」

滑車を組み合わせることで小さな力でも重りを持ち上げられることを学び、生徒自らが滑車の組み合わせを考案していく中で、最適解を探る。昔から滑車は利用されており、定滑車で力の向きを変えることだけでなく、動滑車を利用することで小さな力でも目的を達成できることが利点である。また、現代においては、滑車は工事現場や工場など様々な場面で利用されており、私たちの生活を

支える上でなくてはならないものでもある。ここでは、技術・家庭科（技術分野）エネルギー変換の技術である「問題を見いだして課題を設定し、力学的な機構等を構想して設計し具体化するとともに、製作の過程や改善及び修正について考える」こととも関連を図りながら、理科としては、その原理などに迫っていきたいと考えている。

2年 単元名「さまざまな化学変化」

プロジェクト名「市販の携帯用カイロのような適温のカイロを作ろう」

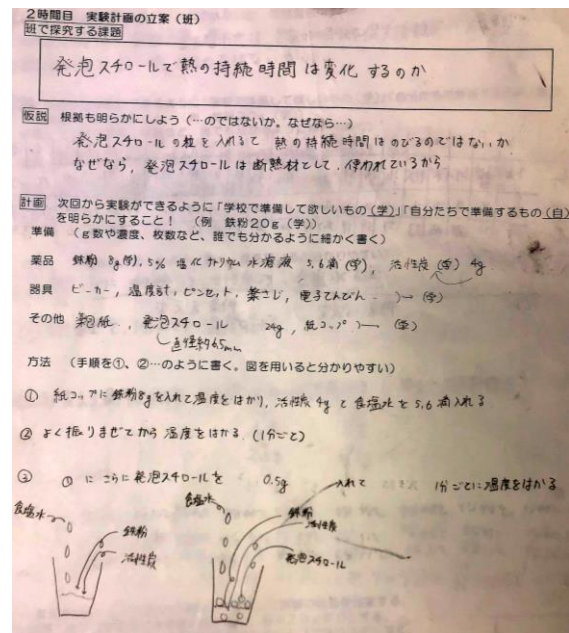
単元計画（7時間扱い）本時は3時間目

次	時	学習内容・ねらい（■） 主な活動等（丸数字）	評価規準（○） 3観点【 】 指導上の留意点（・）	本校が定める Society5.0 を主体的に生きるための 資質・能力
1	1	■化学カイロの工夫点は何か。 ①指定された材料で、化学カイロを作る。 ②①と市販の携帯用カイロを同時に酸素と 触れさせて温度変化のグラフをつくる。	○カイロの発熱のしくみを理解で きている。【知】	「論理的思考」
	2	■市販の携帯用カイロのように適温のカイ ロを作るには何が大切か。 ①今後のプロジェクトの見通しを持つ。 ②自分の探究課題を設定する。	○プロジェクトに沿った化学カイ ロに関する課題を設定するこ とができる。【思】	「デザイン思考」
	3 本 時	■課題を解決するための実験の計画を立案 する。 ①探究課題が似た生徒同士でプロジェクト チームを作る。 ②第1時で行った実験方法を基本とし、「変 える条件」と「変えない条件」を明らか にして実験の計画を立てる。 ③必要な実験器具や材料の分量を明らか にする。	・鉄粉などの使用量の最大を伝え る。 ○実験の条件や制約を基にして実 験の計画を具体的に立てること ができる。【思】	「論理的思考」
	4	■化学カイロを作ろう（1） ①班で協力しながら、立案した計画に基づ いて実験を行う。	○立案した計画を基に、班で協力 して粘り強く実験に取り組もう としている。【態】	「論理的思考」
	5	■化学カイロを作ろう（2） ①前時に続き、班で協力しながら、立案し た計画に基づいて実験を行う。また、前 回の反省からの再実験を行う。	○立案した計画を改善・修正しな がら、班で協力して粘り強く実 験に取り組もうとしている。 【態】	「論理的思考」
	6	■得られた結果を基に、成果をまとめよう。 ①実験結果を基に考察をまとめる。 ②発表用の資料を作成する。	○実験結果から、自分たちで作成 したカイロの考察をまとめるこ とができる。【思】	「論理的思考」
	7	■成果を共有し、振り返りをしよう。 ①実験結果を基にして発表を行う ②今までの活動の振り返りをする。	○発表を通して、根拠を基に自分 たちで作成したカイロを説明し ている。【思】	「論理的思考」

# 実践事例

教科名「理科」・学年「2年」

授業者	松田 剛	授業クラス	2年1組～4組
プロジェクト名		教科等横断を図る教科等名と内容	
市販の携帯用カイロのような適温のカイロを作ろう		社会「歴史江戸時代の生活」 技術「社会的制約の中で考える」	
Society5.0を主体的に生きるための資質・能力		教科等で身に付けたい資質・能力	
「論理的思考」		実験の条件や制約を基にして実験の計画を具体的に立てることができる。 【思考・判断・表現】	
STEAM教育の視点			
<p>使い捨てカイロは、封を開けることにより空気を取り入れ、鉄が酸化することで、熱が発生するという簡単な原理になっているが、この酸化と熱の持続時間の折り合いが難しい。「適温を持続させる」ということを意識した探究活動にしていく。</p> <p>実際のカイロの商品化には、技術・家庭科（技術分野）の「生活や社会における事象を、技術との関わりの視点で捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性などに着目して技術を最適化する」という視点が大切である。どのようなカイロを作ってもよいのではなく、「使う人や環境を意識した」という社会的制約の中での探究を、STEAM教育を取り入れる中で、主体的に取り組めるようにしていく。</p>			
本時の授業のねらい			
自身の探究課題を解決するための、実験の条件や制約を基にした実験の計画を立てることができる。			
授業の流れ・活動等			時間
1. 前時で決めた探究課題が似ている生徒同士でプロジェクトチームを作る ・人数や男女の組み合わせは問わないことを伝える。			5
2. 本時の課題 探究課題を解決するための実験の計画を立案しよう。			2
3. 根拠を明らかにして実験の仮説を立てる			10
4. 実験の計画を立てる ・第1時で行った実験方法を基本とし、「変える条件」と「変えない条件」を明らかにする。 ・2時間で調べることができる実験を計画する			10
5. 必要な実験器具や材料の分量を明らかにする。 ・容器1回に使える鉄粉の最大量は20gとする ・学校と自分達が準備するものを明確に書く ・手順を箇条書きで分かりやすく書く			10
6. 教師のチェックを受ける。			8
7. 次回の実験についての説明。			5



3年 単元名「仕事」 プロジェクト名「滑車を利用しオリジナルクレーンを作ろう」

単元計画（6時間扱い）本時は5時間目

次	時	学習内容・ねらい（■） 主な活動等（丸数字）	評価規準（○） 3観点【 】	本校が定める Society5.0 を主体的に生きるための 資質・能力
1	1	<p>■物理における仕事とはどのようなものか。</p> <p>①仕事の定義より、仕事をしたとはどのような場合を指すのかを考える。</p> <p>②仕事量を求める。</p>	<p>○仕事量は、力の大きさと力の向きに物体が動いた距離との積であることを理解している。</p> <p>【知】</p>	
	2	<p>■道具を使っても、仕事の量は変わらないことを学習する。</p> <p>①定滑車一つ、動滑車一つを使用し、糸を引く力の大きさと糸を引く距離を調べる。</p>	<p>○道具を使っても使わなくても仕事の量は、変化しないことを理解している。【知】</p>	
	3 ～ 4	<p>■複数の滑車を組み立て、糸を引く。</p> <p>①何種類かの設計図を見せ、その指示通りに滑車を組み立て、糸を引く力を測定する。</p> <p>②測定値からどのように力が分散されているかを考える。</p>	<p>○設計図通りに正しく滑車を組み立て、複数の滑車を使用した場合、糸を引く力がどのようになるかを測定することができる。【知】</p>	「論理的思考」
	5 本 時	<p>■どのような組み方をすれば、小さな力で物体を持ち上げることができるかを考え、実践する。</p> <p>①班ごとに滑車の組み方の設計図を考え、滑車装置を組み上げる。</p> <p>②滑車装置で糸を引く力の大きさを計算し、測定する。</p>	<p>○複数の滑車を組みむ中で糸を引く力の大きさを考えるとともに、力を小さくする組み方がどのようなものかを見いだすことができる。【思】</p>	「論理的思考」
	6	<p>■仕事の原理を利用したものにはどのようなものがあるのか。</p> <p>①実生活の中で仕事の原理を利用しているものにはどのようなものがあるかを考える。</p> <p>②輪軸装置を使い、仕事の原理を考える。</p>	<p>○日常生活の中で、仕事の原理を利用したものは、どのようなものがあるかについて主体的に考えることができる。【態】</p>	

# 実践事例

教科名「理科」・学年「3年」

授業者	横山 雄介	授業クラス	3年1組～4組
プロジェクト名		教科等横断を図る教科等名と内容	
滑車を利用しオリジナルクレーンを作ろう		技術「エネルギー変換の技術」	
Society5.0を主体的に生きるための資質・能力		教科等で身に付けたい資質・能力	
「論理的思考」		<p>複数の滑車を組む中で糸を引く力の大きさを考えると同時に、力を小さくする組み方がどのようなものかを見いだすことができる。</p> <p>【思考・判断・表現】</p>	
<b>STEAM教育の視点</b>			
<p>動滑車を用いると力が小さくなることを学んだ上で、既習事項を生かしながら複合滑車などを用い、生徒自らにどのような連結ならば小さな力で重りを持ち上げられるかということを考えさせていきたい。また、その際にはどのような力のかかり方をしているかということにも着目させていきたい。本プロジェクトにおいては、技術・家庭科（技術分野）の「エネルギー変換の技術」の内容において、「問題を見いだして課題を設定し、力学的な機構等を構想して設計し具体化するとともに、製作の過程や改善及び修正について考える」こととも関連を図ることで、問題解決により効果的に迫れると考えている。</p>			
<b>本時の授業のねらい</b>			
<p>単滑車や複合滑車を利用し、組み合わせを考える中でどのような組み方をすれば、より小さな力で物体を持ち上げることができるかを考える。</p>			
<b>授業の流れ・活動等</b>			<b>時間</b>
<p>1. 本時の学習について見通しを持つ。</p> <p>どのような組み方をすれば、小さな力で物体を持ち上げられるか。</p>			2
<p>2. 班ごとに滑車の組み方の設計図を考え、滑車装置を組み上げる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>前時までに学習した滑車の組み合わせ方を参考にしながら滑車を組み立てる。</li> <li>ここでの設計図の意味は、やみくもに滑車装置を組むのではなく、自分たちがどのような装置を組み立てるかの見通しを持たせるためである。</li> <li>複雑な滑車装置を組もうとするほど、糸が外れるなどのトラブルが想定されるため、設計図にあまり時間をかけすぎずに、可能であれば付け足していくような方針を示す。</li> </ul>			30
<p>3. 既習事項を基に、組み上げた滑車装置で糸を引く力の大きさを計算し、理論値を求めた上で測定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>理論値と測定値とのずれに着目させる。</li> <li>理論値では、滑車そのものの重さや糸との摩擦は考慮していないが、現実には滑車の重さやロープとの摩擦なども影響することを説明する。</li> </ul>			10
<p>4. 本時の振り返り</p>			8

