

社会問題の解決策について合意形成を図る授業の実践

～運動エネルギーから交通規則を考えることを題材にして～

桑子 研 加藤 徹也

I はじめに

物理分野で行われる実験の目的の1つに、実験を通して得られたデータから、規則性を見出し、物理量との関連性や、自然法則への気づきを得ることがある。本研究で扱うエネルギーの概念は、環境問題や社会問題を考える上でも、大切な知識であり、地球温暖化の例のように、科学の知見が国際社会での政策決定に、重要な役割を果たしている。理科の授業において、石田・吉本・諸岡・南(2022)の実践のように、社会的な課題を提示して、科学的根拠以外の要素についても意識させる授業の必要性やその成果が報告されている。

また、中央教育審議会が2021年に公表した『『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)』では、「探究的な学習や体験活動などを通じ、子供同士で、あるいは地域の方々をはじめ多様な他者と協働しながら、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、様々な社会的な変化を乗り越え、持続可能な社会の創り手となることができるよう、必要な資質・能力を育成する『協働的な学び』を充実することも重要である。」と述べられており、協働的な学びの充実が日本全体の課題となっている。国際化が進む世界や日本において、立場の異なる様々な文化や考え方を持つ人々と意見を交わし、お互いの意見を認め合いながら、協働的に合意形成を図り、意思決定を行うことは、より重要になっている。

II 研究の目的

社会問題の解決を目的として実験を行い、その結果や多様な立場を考慮しながら合意形成を図る活動を行う。この活動を通して、科学的なデータを元に、多角的な視点で意思決定をすることの重要性や必要性

に気づくことができたかについて、明らかにする。

III 授業の内容

単元は中学3年の運動とエネルギーで、内容は仕事と運動エネルギーである。実験の前に「社会問題の共有」を、また実験の後に「ロールプレイ」と「合意形成」を入れた。実験前の「社会問題の共有」については、米国カルフォルニア大学バークレー校で開発された科学教育プログラム「SEPUP(The Science Education for Public Understanding Program)」を参考にした。SEPUPでは、日常生活の問題をテーマにしており、実験の前に必ず物語がある。本研究では、ある小さな島で起きた交通事故の物語を共有した。また実験後は、実験から得られたデータをもとにして、管理栄養士(小学生の子供を持つ設定)、留学生(大学生の設定)、宅配業者(普段から車を運転している)、市役所の職員から立場を一つ選び、それぞれの立場から、実験結果を踏まえた交通規則を作り、他者と議論をさせ、合意形成を図らせる。これらの活動を通して、科学的なデータを元にした議論や、多角的な視点の重要性に気づかせる。

なお、「小さな島」を題材にすることで、社会問題に対して、より身近に自分ごととして感じさせる工夫を行った。また異なる文化を持つ人々への配慮についても考えさせたいため、「留学生」を入れた。

IV 授業の実際


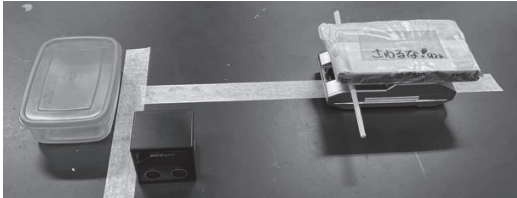
- 1 題材名 交通規則の力学
- 2 目標

- (1) 運動エネルギーについて、関係する物理量を見出している。(思考・判断・表現等)
- (2) 実験から得られた知見をもとに、交通規則を作

り、他者と合意形成を図ろうとしている。(学びに向かう力・人間性等)

3 展開 (全2時間扱い)

<第1時>

時配	学習内容と活動	留意点 (○) 及び評価 (◆)
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・小さな島で起こった交通事故について、スライドを見ながら確認する。  <p style="text-align: center;">図1 物語スライド例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テーマの提示「科学的な知見をもとに、交通ルールを作ろう」 ・車の何が危ないのかについて、具体的に考える。 	<p>○具体的に生徒が当事者意識を持てるように、小さな島で起こった交通事故についての話をする。島のある小学校の壁にトラックが衝突して、壁が壊れたという事故で、幸い事故によるけが人等の被害は出なかったが、交通規則を作る必要性を住民が感じ、いろいろな立場の人が集まって会議を行うことになったという内容である。</p> <p>○車の危なさについて感覚的に考えさせる。車体の硬さや当たりどころなど、危なさにはさまざまな側面があるが、その中で「車の速さ」と「車の質量」に気づかせる。</p>
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> ・力学台車を車に見立てて、箱に衝突させる実験を行う。台車の質量や速さを変えたときの箱の動いた距離を測定する。  <p style="text-align: center;">図2 実験の配置図</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験から得られたデータをグラフにしてまとめ、考察をする。 	<p>○仕事とエネルギーに関する実験である。箱が動いた距離が大きければ大きいほど、車の持つエネルギーが大きく危険である。</p> <p>○図2のように、あらかじめ机の上にマスキングテープを貼っておき、力学台車を走らせる直線ラインと、箱を置く場所を決めておく。データがうまく取れない班については、簡易速度計のセンサを割り箸が通るように、台車を動かすように指示を出す。</p> <p>○「箱の動く距離と質量の関係」のグラフについては、「箱の動く距離と速さの関係」のグラフから、読み取って作る。グラフの作り方については教師が指示を出す。なお、箱の動く距離は、速度の2乗に比例し、また質量に比例をする。</p> <p>◆箱の動く距離と質量・速さの関係が見出せている(思考・判断・表現)</p>

まとめ 5分	・班の中で、それぞれが作ったグラフについて確認をする。	○考察までできていない生徒については、第2時までに、書いてくるように指示を出す。
-----------	-----------------------------	--

<第2時>

時配	学習内容と活動	留意点 (○) 及び評価 (◆)
導入 8分	・島で起こった交通事故について、確認する。テーマの「科学的なデータをもとに、島の交通ルールを作ろう」を提示する。	○ 適当な班を選んで、実験から得られたグラフの様子を全体で共有する。
展開 33分	<p>・自分の立場を住民①～④の中から選び、それぞれの住民に対応した衣装（三角巾・腕章・ぼうし・ネームプレート）を身につける。提案する交通規則と、提案する理由について、実験結果や住民の立場をふまえて、個人で考えて書く。 (8分時間をとる)</p> <p>・それぞれ選んだ住民の衣装をつけて、住民同士で話し合いをする。各班の中で意見を出し合い、班で意見をまとめて交通規則をホワイトボードに書く。発表を誰がするのかも決めておく。(15分時間をとる)</p>	<p>○登場人物については、次の①～④を用意した。</p> <p>①うみにさん（三角巾を着用）：管理栄養士の仕事をしており小学生の子どもがいる。</p> <p>② ノアさん（腕章を着用）：大学に通う海外からの留学生。今回の会議の案内のボランティアをしている。</p> <p>③ いしやまさん（ぼうしを着用）：宅配便の仕事をしていて、普段からトラックを運転している。</p> <p>④ よしださん（ネームプレートを着用）：市役所で働いており、市の政策に関わっている公務員。 班の中で別の人物を1つずつ選んで決めてほしいが、同じ人物を選んでもよいことを伝える。自分で好きな立場を選べるように留意をする。</p> <p>○司会は前扉に一番近い生徒とし、司会から順番に考えた意見を発表し、その後、合意形成を行うように指示をだす。</p> <p>○実験データも踏まえて、交通規則の案を考えるように指示をだす。</p> <p>◆実験から得られた知見をもとに、交通規則を作り、他者と合意形成を図ろうとしている。(主体的に学習に取り組む態度)</p>
まとめ 9分	<p>・ホワイトボードを用いて、班の中でまとめた意見を発表する。</p> <p>・話し合いを通して、または他の班の発表を聞いて、考えた交通規則に変化があった場合は赤ペンで記入をする。</p> <p>・振り返りシートに記入する。</p>	<p>○振り返りシートの内容</p> <p>①あなたは、実験結果を踏まえた交通規則を作ることができ、授業に積極的に取り組みましたか。</p> <p>②立場を選ぶことなど、あなたに合った学習ペースで学ぶことができましたか。</p> <p>③他者を尊重しながら、班の中で意見をまとめることができましたか。</p> <p>④はじめに考えた交通規則が、他者の意見を聞いて、変化しましたか。</p> <p>⑤今回の授業を通じた気づき・疑問・感想などを書いてください。</p>

V 結果

3年X組(24名)は第1時を2023年1月13日、第2時を1月23日に、3年Y組(34名)は第1時を2023年1月25日、第2時を1月27日に実施した。どちらのクラスも第1時の時間内に、実験とグラフ処理を終えることができた。

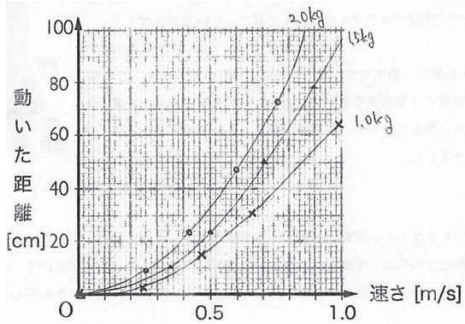


図3 箱の動いた距離と車の速さの関係
(生徒のプリントより)

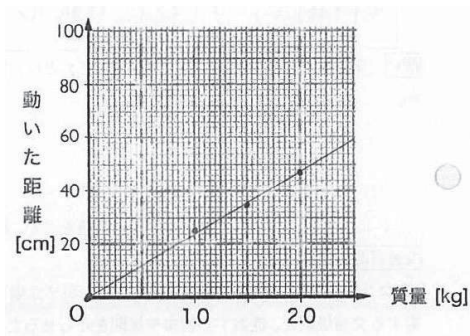


図4 箱の動いた距離と車の質量の関係
(生徒のプリントより)

実験の考察については、時間内に終わらない生徒も見られた。授業の最後に、第2時までには考察を終えておくように指示を出した。

第2時の話し合いについては、生徒は自分が選んだ登場人物になりきって、議論する様子が見られた。



図5 選んだ人物の衣装をつけながら話し合う場面

班ごとにホワイトボードを使いながら発表をさせた

ところ、科学的な知見と様々な立場を踏まえた交通規則の提案が多く見られた。

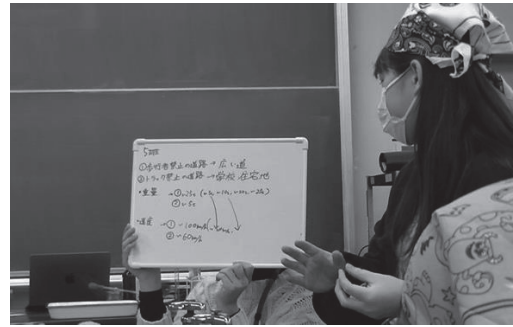


図6 ホワイトボードを使って発表する場面

以下に各班から出た主な交通規則について紹介する。

- ・速さがより大きく関係していたので、質量制限ではなく速度制限をするほうがよい。ただし速度制限を作っても守らない人がいるので、スピードメーターを道路に設置する。

- ・重量制限をする。道路の下に重量計を埋め込んで、規定の重量を超えた車が来たら、警告音が鳴る仕組みを導入する。

- ・交通規則は作らないで、速い車が走るための専用レーンを作る。

- ・普段から車を運転する人もいるので、規則は作らずに、クネクネと道をカーブさせることにより、スピードを出せなくする。

- ・速さを制限する。罰金を重くして、ルール違反をした人から多くのお金をとり、その財源をもとに、ガードレールをつけるなど交通事故の対策費用にあてる。

発表の内容や発表資料の分析から、全ての班で科学的な知見をもとにしながらも、様々な立場から、どのような交通規則が必要か考えて、提案していた。

振り返りアンケート①～④の結果を紹介する。標本数は45名である。

①実験結果を踏まえて交通規則を作ることができましたか。

できた23名(51.1%)、おおむねできた20名(44.4%)、あまりできなかった2名(4.4%)

②あなたに合った学習ペースで学ことができましたか。

できた28名(62.2%)、おおむねできた13名(28.9%)、あまりできなかった4名(8.0%)

③班の中で意見をまとめることができましたか。

できた36名(80%)、おおむねできた8名(17.8%)、あまりできなかった1名(2.2%)

④はじめに考えた交通規則は、他者の意見を聞いて変化しましたか。

変化した11名(24.4%)、多少変化した20名(44.4%)、あまり変化しなかった11名(24.4%)、変化しなかった3名(6.7%)

次にアンケート⑤の結果の一部を紹介する。科学的な議論の大切さに気づくものや、「メリットとデメリット」「改善点」「折り合い」などの言葉に見られるように、あるべき交通ルールと選んだ立場の間で葛藤が見られた。

- ・グラフの形から、質量に規則をかけるよりも、速さ制限をかけた方が有効だと思いました。
- ・交通規制を作るときに、色々な視点の話を聞かないといけなくて、何かを決めようとするとき必ずメリットとデメリットが生じてしまったので大変だった。私は留学生のノア役をしたが、正直どんな意見を出さないといけないかわからず、ただ話を聞くだけになってしまった。でも科学的根拠を使いながら対策を考えることができたので良かった。
- ・規則を作るときは理科の視点から考えると合理的なルールが作れるとわかった。ただ、理科の視点だけでは融通が利かなくなってしまうから様々な視点からルールを作ると現実に合ったルールになるとわかった。
- ・自分が使った交通規則も他の人の話を聞くことで、改善しなければならないところが見えてきました。その人の立場からしか見えない改善点があると思うので、沢山の人の意見を聞くのは大切だなと思いました。
- ・「こうできたら良い」というルールと社会を回していくための都合で折り合いをつけなければいけないところに難しさを感じた。

アンケート⑤の分析から、合意形成を図る過程を通して、多面的な視点で考えることの大切さに気づいたという内容の記述は、45名中29名(64.4%)みられた。

VI 考察

実験結果から、箱を動かす距離は、車の速度の2乗に

比例し、車の質量に比例するという事を見出している生徒が多くいた。はじめに個人で交通規則を考えさせたが、速度も質量も同じように制限をかけるという規則を作る生徒が多く見られた。また中には、実験結果を使わずに、交通規則を作る生徒も見られた。その後の合意形成を図る中で、さまざまな意見を聞きながら科学的なデータをもとにした交通規則に収斂していった。アンケート結果①からも、実験データをもとに交通規則を考えられた生徒は、「できた」「おおむねできた」を合わせて95.5%であった。課題としては、3年X組・3年Y組、合わせて13班の発表の中で、3つの班しか速度を規制することが質量を規制するよりも効果的であると指摘できなかった点である。より多くの班に、実験データをより深く分析して、気がついてほしい点であった。ただしアンケート結果④から、他者の意見を聞いて、自分の意見が「変化した」・「多少変化した」という生徒を合わせると68.8%いることや、生徒の感想から、他の班の発表を聞く中で速度を規制する方が、効果があることに気づいた生徒も一定数いることが考えられる。

また各班から出された交通規則から、警備員の配置やガードレール等を作るために必要な財源の問題、交通ルールを作ることへのドライバーへの弊害なども意見として出されるなど、多角的な視点から考えられていた。ただし、科学的なデータをまったく使わずに、発表をした班も見られた。物語の設定や話し合うときの衣装が印象に残りすぎたと考えられる。教師が実験データをより意識するような声掛けを、全体または個人に対して、どの程度行くと良いのかについて、集団や個々の生徒の特性を見極めることが重要である。

VII 結論

研究の目的である「科学的なデータを元に、多角的な視点で意思決定をすることの重要性・必要性に気づくことができたか」について、科学的なデータを元にした判断については9割以上の生徒が、また多角的な視点の重要性への気づきについては、6割の生徒が気づいたことが明らかになった。

本研究の題材は中学3年の運動とエネルギー分野への実践を念頭にしたが、近年話題となっている電動キックボードの速度制限のあり方等と関連づけ、中学3

年の最後に扱うことや、摩擦力・運動量・反発係数などの要素も実験に含まれており、高校1年の仕事とエネルギーへの導入も考えられる。

なお、この実践は、2022年7月20日千葉大学教育学部「物理学実験展開」の授業にて、教員を目指す大学生19名に対しても行った。

【引用文献・参考文献】

- 1) 文部科学省：『学校学習指導要領解説 理科編』, 2017
- 2) 石田剛志, 吉本一紀, 諸岡一洋, 南理子：「答えのない問いに科学的思考を基に判断ができる生徒の育成」『千葉大学教育学部附属中学校 研究紀要』第52集 PP11-19, 2022
- 3) 文部科学省：『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）, 2021
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf
(最終閲覧日2022,12,31)
- 4) 日本SEPUP研究会 <http://sepup.easter.ne.jp>
(最終閲覧日2022,12,31)
- 5) SEPUP <https://sepuplhs.org/>
(最終閲覧日2022,12,31)