

13	豊橋	東部中学校	ヤスダ コウジ 氏名 安田 晃治
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）

研究題目

創造力を育む生徒を育てる理科学習

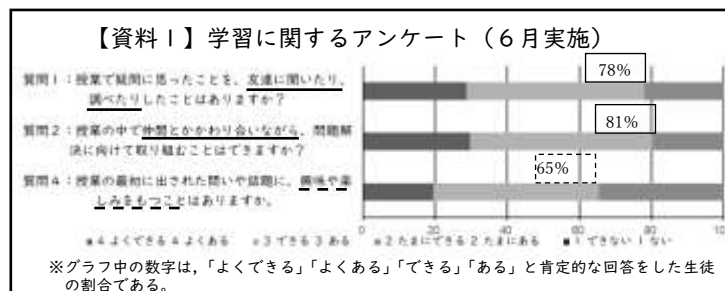
～3年生理科「水しぶきをあげろ！東部 GOGO スプラッシュ」の実践を通して～

研究要項

1. はじめに

近年、最適解を導き出すことができるという人工知能の特性により、情報処理や課題解決の在り方は大きく変化している。このような社会においては、一つの見方だけでなく、多様な視点から事象を捉え直す力が重要である。また、理科においては、条件や方法を変えながら、目の前の事物・現象の仕組みを解明するという特性があることから、多面的に捉える力は科学的に考える上で中核となる。そこで、本研究では、理科学習において、自然の事物・現象の仕組みを多面的に捉え、身の回りの生活に活かす力を育成することを目的とした。

本校は、市内有数の生徒数を誇る中学校であり、生徒たちは、学習活動や行事を通して、多様な他者とかかわる機会が多い。そのため、アンケート【資料1】実線から、他者とかかわり合いながら学ぶ生徒が多いことが分かる。一方で、理科に対して、「テストで点が取れるから得意」と答え、できる基準がテストの点数になっていたり、アンケート



【資料1】破線からは、興味や楽しみをもって学習に臨む生徒が少なかったりすることが分かる。これらの様子から、他者と学びたいという意欲があるものの、受け身の学習になってしまっていると考え。

本研究では、ディズニーランドのスプラッシュマウンテンを模した教材を用いて水しぶきが上がる原理を追究するなかで、もっと水しぶきを上げたいという思いを実現していく。思いを実現する過程で自然と、個人追究で考えを突き詰めたり他者とのかわり合いで考えを広げたりする姿が多く生まれるだろう。そのなかで現れる腑に落ちた瞬間を通して、自然の事物・現象を多面的に捉え自ら学びを深めていくことで学びを広げる創造力（※1）を育む姿を願い、研究主題を「創造力を育む生徒を育てる理科学習」とした。

※1…経験や知識を関連付けながら、多面的に自然事象を捉え直し、新たな説明や問いを生み出す力

2. 研究の仮説と方法

（1）めざす生徒像「創造力を高める生徒」

- ① 自然の仕組みを多面的に捉え、自ら学びを深めていく生徒
- ② 学びの軌跡や他者の考えをもとに、創造力（※1）を育む生徒

（2）研究の仮説

本研究のめざす生徒像に迫るために、以下に示す2つの仮説を設定した。

- 仮説Ⅰ：繰り返し疑問と向き合う個人追究の場を設定することで、自然の仕組みを多面的に捉え、自ら学びを自己調整したり、複数の要素を関連付けたりして追究していくだろう
- 仮説Ⅱ：生徒の思いに寄り添った単元を構想するなかで、振り返りを蓄積し、共有する授業を展開することで、学びを広げる創造力を育むだろう。

(3) 仮説に迫るてだて

○てだてⅠ 繰り返し疑問と向き合う個人追究の場

本研究では、生徒たちが計画するスプラッシュマウンテンを模した自作教材【資料2、3】を用いて、繰り返し個人追究を行っていく。本教材には衝突の大きさを変える多くの要素が入っているため、生徒たちは納得するまで追究を行い、自然の仕組みを多面的に捉えていくだろう。また、納得するまでの追究の過程で、新たな要素に気づき、さらに納得するまで学びを深めようとする姿を期待する。

【資料2】個人追究の際に使用した自作教材①

高さは、板に付けられたメジャーを使用し、地面までの距離を高さとした
また、このメジャーを用いて、斜面を下る距離も測定した。

○てだてⅡ—ア 生徒の思いに寄り添った単元構想

本学年は、修学旅行で、スプラッシュマウンテンを体験している生徒が多い。そこで、単元導入時にその体験を掘り起こし、スプラッシュマウンテンを模した「東部GOGOスプラッシュ【資料4】」と出あわせる。そうすることで、生徒たちは、疑問を身近なものとして捉え、経験に裏付けられた多様な考えが生まれるだろう。また、単元終末に、学びをいかす場を設定する。生徒の思いに寄り添った単元構想によって、粘り強い追究を支えることで、自然の仕組みに納得し、学びを広げる創造力を働かせる姿を期待する。

○てだてⅡ—イ 振り返りを蓄積し、共有する授業展開

てだてⅠによって考えを深めた生徒たちは、気づきを自分の言葉でまとめていけるようになるだろう。そこで、毎授業の終末に振り返りを書く時間を設定する。その振り返りを蓄積していくことで、自らの学びの深まりに気づき、身の回りの自然の仕組みに納得したり、新たな疑問を見出したりする姿を期待する。

しかし、振り返りを蓄積するだけでは、考えに固執し、学びの広がりが弱まると考える。そこで、授業のなかに「コンパタイム（※２）」を位置づけたり、かかわり合いの場を設定したりする。他者と振り返りを共有し、自分の気づきと他者の考えを比べることで、新たな気づきや問いが生まれ、追究の方向性を見直して学びを広げていく姿を期待する。

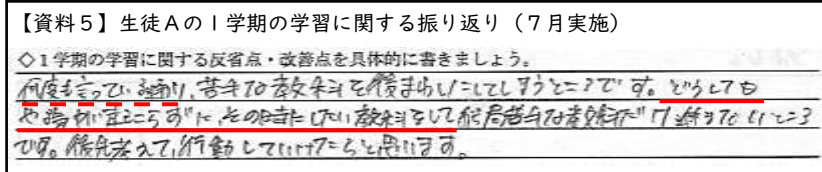
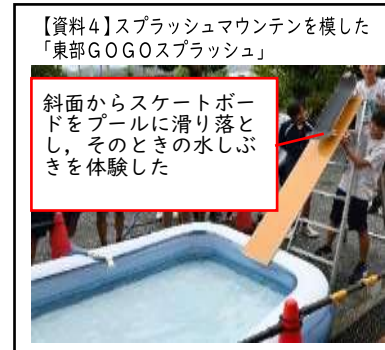
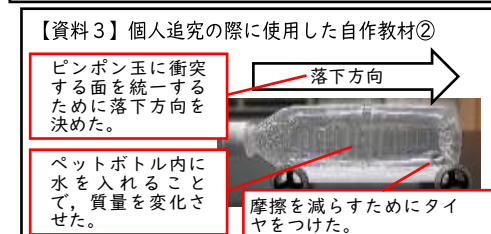
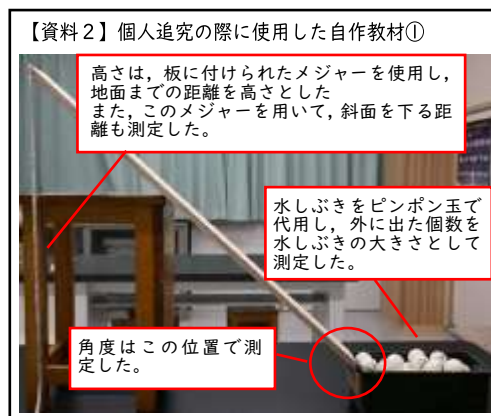
このサイクルを繰り返し行っていき、生徒たちが納得できない状態を抱えながら追究し続ける学びを通して、身の回りの自然の仕組みの見方を捉え直し、学びを広げる創造力を育てていきたい。

※2…振り返りをもとにした1分間のフリートーク

(4) 抽出生徒について

生徒Aは、1学期の学習に対して、「どうしてもやる気が起こらずに、その時にしたい教科をして」【資料5】実線と記した。「どうしても」

という言葉から、学習内容に勉強に対する必要性は感じているものの、自分ではどうしようもできない葛藤が表れている。また、この気持ちに対して、「何度も言っている通り」【資料5】破線と記していることから、どうしてもやる気が出ないことに対して、長い間真剣に向き合ってきた姿勢がうかがえる。本研究を通して、自分の力で追究と向き合っていき、生徒Aが日々の学校での学びが身の回りの生活と結びついている創造力を育むことで前向きに勉強に向かう姿を期待する。そこで、生徒Aを抽出生徒とし、発言やワークシートに用いる言葉の変容を追うことで、仮説やてだての有効性を検証していく。



(5) 単元構想

前述のてだてをもとに、生徒の思いが実現されるような単元を構想した【資料6】。

【資料6】単元構想

単元の流れ（全13時間）	てだて
○スプラッシュマウンテンに乗ったよ→2時間も並ぶぐらい人気だったね 「スプラッシュマウンテン」ってどうして人気なのだろう？ ①～③ ○スリルがあるよね→速いからスリルがあるね ○水しぶきが特徴的だよ 東部GOGOスプラッシュ【資料4】は、うまくいくかな？ ○思ったより水しぶきが出ないな 東部GOGOスプラッシュを、水しぶきがたくさん上がるようにしたい！ どうしたらたくさん水しぶきが上がる？④～⑦【個】⑧【協】 【角度】 - 角度を大きくすると、たくさん玉が出るね - 角度が大きいかほど、速度が速いよ 【距離】 - 長いほど、たくさん玉が出た - 加速する時間が長いから、速くなるんじゃない？ 【質量】 - 質量を大きくするほど、たくさん玉が出るね - 重くしても、そんなに速度は変わらないよ！ 速度が速くなることでたくさん水しぶきを上げる秘密じゃない？ 速度だけが水しぶきをたくさん上げる秘密じゃないと思う！ 速くしたり、質量を大きくしたりすると、どうして水しぶきがたくさん上がる？⑨【個】⑩【協】 ○速いほど衝撃が強くなるんだと思う ○質量が大きいと、速度はほとんど変わらないけど、衝撃が強くなる 水しぶきがたくさん上がるのは、速さや質量を変えることで、衝突したときの様子が変化するからだね ○角度や距離、高さを調整して、速度を変化させたり、物体の重さを変えたりすることで、衝突の大きさを変えることができるね 東部GOGOスプラッシュの水しぶきの調整をしよう⑪～⑬ ○東部GOGOスプラッシュでも実験したと同じ規則性があったね	てだてⅡーア ●スプラッシュマウンテンの体験を掘り起こす てだてⅡーア ●スプラッシュマウンテンを模した東部GOGOスプラッシュとの出あわせ てだてⅠ ●スプラッシュマウンテンを模した自作教材での個人追究 てだてⅡーイ ●個人追究後の振り返りの蓄積 てだてⅡーイ ●振り返りをもとにしたかわり合い てだてⅡーイ ●振り返りをもとにしたかわり合い てだてⅠ ●学びをスプラッシュマウンテンにいかす場

3. 研究の実際

(1) スプラッシュマウンテンは、どうしてあんなに人気なのだろう？

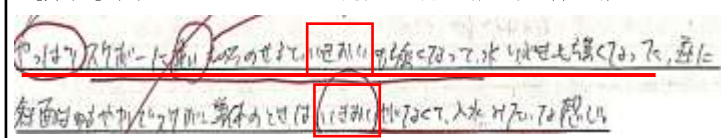
修学旅行でディズニーランドに行くことが決まり、生徒たちは、「スプラッシュマウンテンに乗りたい！」という思いを高めて当日を迎えた。生徒たちは、アトラクションを楽しむ一方で、長時間並んだことから人気であることを痛感していた。その後、「斜面を下る運動の規則性」を学ぶなかで、「スプラッシュマウンテンと同じだ」という発言が生まれた。そこで、スプラッシュマウンテンが人気であった理由を聞くと、速くて、勢いがあるからと答えた。そんな生徒たちに、教師は、「東部GOGOスプラッシュ」【資料4】と出あわせ、スプラッシュマウンテンの水しぶきの仕組みを探る場を設定した。

①第1～3時：東部GOGOスプラッシュに挑戦する生徒たち（てだてⅡーア）

生徒たちは、スプラッシュマウンテンのような迫力ある水しぶきを上げるために、「東部GOGOスプラッシュ」におもりを乗せたり、斜面の角度を急にしたりして、実験をした。しかし、思っていたより水しぶきが上がらず、生徒たちは、「もっと水しぶきを上げたい」という思いをもった。

生徒Aは、水しぶきをもっとたくさん上げるためには、「重いもの」や「斜面」【資料7】を大きくする必要があると考えた。また、質量や斜面の角度を変えることで、「いきおい」が変わると考えている。さらに、「やっぱりス

【資料7】東部GOGOスプラッシュを体験した生徒Aの振り返り（第3時）



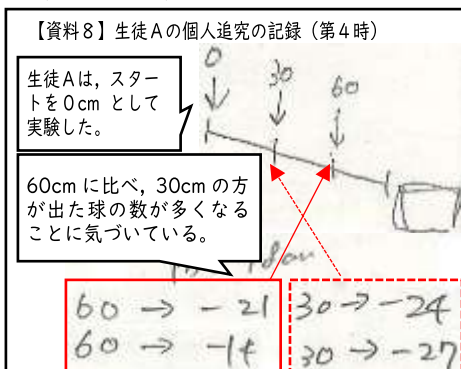
ケボーに重いものをのせると、いきおいも強くなって、水しぶきも強くなった。】【資料7】とふり返った。自分の経験をもとに、起こる現象を予想しながら実験に取り組んだため、結果に対して「やっぱり」と表現したことが分かる。この姿から、本単元の出あわせに用いた「東部GOGOスプラッシュ」が、自然と生徒たちの経験を想起させながら、追究を始めるきっかけとなったと考えられる。

(2) もっと水しぶきが上がるようにしたい！

第3時を終えて、「もっと水しぶきが上がるようにしたい!」という思いをもった生徒たち。しかし、東部GOGOスプラッシュでは、何度も繰り返すことができないことや定量的に実験結果を求められないことに気づいた。そこで、生徒たちは、自分たちで実験を計画し、確かめていきたいと考え、「ミニ東部GOGOスプラッシュ」【資料2、3】を計画・作成し、個人追究に取り組み始めた。

①第4時～6時：水しぶきをもっと上げる方法を追究する生徒たち（てだてⅠ）

生徒たちは、自分たちで計画した「ミニ東部GOGOスプラッシュ」を使って、思い思いの方法で実験を始めた。生徒Aは、斜面の距離と勢いの関係について個人追究をはじめ、【資料8】のように実験結果をまとめた。【資料8】をもとに、実験をふり返ると、「30cmが多い傾向が見られて、(60cmは) 60cmからでも予想通りの結果でした」【資料9】と記した。生徒Aは、「東部GOGOスプラッシュ」と出会った際に、質量や斜面の角度が勢いに関係していると考えていたが、「ミニ東部GOGOスプラッシュ」で実験をする際には、



斜面の距離と勢いの関係性に着目するところを変えている。また、斜面の距離が長くなると勢いが強くなるという法則に気づいているものの、出た球の数にだけ注目しており、原

理に目を向けていない。これらの姿から、単元当初に出あわせた事物と個人追究で目の当たりにする現象が紐づくことで、経験と個人追究の結果が結びつき、自然の仕組みを多面的に捉えることができると考えた。そして、多面的に事象を捉えることで、新たな問いを生み出し、原理を追究する姿に繋げていきたい。

②第7時、8時：多様な視点を獲得していく生徒たち（てだてⅡ—イ）

前時までの様子から、教師は、単元当初の考えを想起させるために、異なる視点で追究している生徒同士の考えが交わるように仕組んだ。生徒Aは、斜面の角度と勢いの関係を調べている生徒Bとコンパタイムを行い、斜面の長さが長かったり、角度が大きかったりすると、出た球の数がほとんど変わらず、比べられないという共通の困り感を共有した。

【資料 4-2】個人学習を促す生徒会の振り返り（第3回）

そこで、生徒Aは、コンパタイムでの内容を踏まえて、スタートから0cmと30cmの距離で繰り返し実験を行うことで、その違いを追究していった。個人追究を終えると、「ボールが飛ぶ距離が違った」【資料10】実線と振り返

りに記した。困り感を解決するために繰り返し実験を行うことで、出た球の数だけではなく、球の飛ぶ距離という新たな視点を獲得した。また、球の飛ぶ距離が異なることから、「勢い」が、速度だけではないことに気づき始めている。「よくまとまらない」【資料 10】破線と腑に落ちていない生徒Aの考えが、追究を深める新たな間いになる姿を期待して、かかわり合いの場を設定した。

かかわり合いの場合は、生徒Aが、「速度」という視点を獲得するために、質量と速度の関係を調べた生徒とコンパタイムを行えるように仕組んだ。また、かかわり合いで、「高さ」、「質量」、「角度」、「斜面の距離」を変えると、球がたくさん出る法則を導き出した後、「質量を変えても、速度は変化していない」という生徒Cの考えを取り上げた。これまでの経験から、「重いほど速い」と考えていた生徒たちは、生徒Cの実験結果に疑問をもちながら、授業を終えた。

【資料11】かかわり合いを終えた生徒Aの振り返り（第8時）

生徒Aは、「(球がたくさん出た理由が) 速度じゃないなら勢いじゃないか」【資料 11】実線と振り返りに記した。コンパタイムやかかわり合いを通して、速

【資料9】個人追究を終えた生徒Aの振り返り（第6時）

30cmの鉛筆(140cm)を足して、60cmの鉛筆(140cm)を足して、
の鉛筆を7本、正確に2m(200cm)の鉛筆を7本、

【資料10】個人追究を終えた生徒Aの振り返り（第7時）

$\text{km}^2 \times 2 \times 10^4 = 10^4 \times 20000$ と D の出入数は 20000 である。 $10^4 \times 20000$ の距離を
 外通った。距離条件以外の条件は「諸 u_i の $u_i = 0$ は速度 u_i である $10^4 \times 20000$
 $u_i = 100$ と 10000 の距離 20000 である。 10^4 の距離 20000 である。 10^4 の距離 20000 である。
 速度 u_i である 10^4 の距離 20000 である。 10^4 の距離 20000 である。

【資料 11】 かかわり合いを終えた生徒 A の振り返り（第 8 時）

度々いふ、たゞ、帯 $11 \times 12 = 132$
 上男、 12 、帯 $11 \times 12 = 132$ 、個人 $12 \times 12 = 144$ 、その $12 \times 12 = 144$ 、その $12 \times 12 = 144$ 、その $12 \times 12 = 144$
 上男、 12 、帯 $11 \times 12 = 132$ 、個人 $12 \times 12 = 144$ 、その $12 \times 12 = 144$ 、その $12 \times 12 = 144$ 、その $12 \times 12 = 144$

(3) これまでの追究は、本当に速度が関係しているの？

①第9時：4つの要素と速さの関係を調べる生徒たち（てだてⅠ）

生徒Aは、コンパタイムを終えて、「斜面の距離を変えると、速度が変わるはずだ」と考え、斜面の距離と速度の関係を追究し始めた。個人追究を終えた振り返

已知点A的坐标为(2, 3)，点B的坐标为(5, 7)，求点A与点B之间的距离。

①第10時：4つの要素と速さの関係について考えをかかわらせる生徒たち（てだてⅡ—イ）

さらに、「勢い」という視点に回帰し、これまでの追究を活かしながら原理を追究していけるように、「質量を変えると何がかわるのか?」と問い返した。そうすると、「質量は速度を変えず、ものとのものがぶつかる衝撃をふやす」と、「勢い」を自分たちの言葉で説明する生徒が増えた。

(4) 月曜 7-70%

忠つて、たれも、度量も 欠けず 事の中に入るの 不

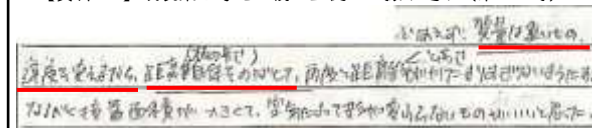
5

（４）学びを活かして東部GOGOスプラッシュを改良しよう！

①第 11 時～13 時：改良版「東部GOGOスプラッシュ」を計画する生徒たち（てだてⅡーア）

「ミニ東部GOGOスプラッシュ」での学びを、「東部GOGOスプラッシュ」に活かし、自然の仕組みが身の回りの生活と紐づくようにするために、改良版「東部GOGOスプラッシュ」を計画・実践する場を設定した。生徒Aは、実践後の振り返りで、「質量は重いもの」や「速度を変えるなら、距離自体をのぼして」

【資料 14】改良案を考えた後の生徒Aの振り返り（第 13 時）



【資料 14】と記した。この姿から、これまでの追究を通して、「勢い」に対する見方を変え、学びを活かそうとする生徒を育成することができたことが分かる。

4. 研究の成果と課題

（１）仮説の成果について

○てだてⅠ 繰り返し対象と向き合う個人追究の場

生徒たちが考えたスプラッシュマウンテンを模した自作教材【資料 2, 3】を用いた。生徒Aのように「斜面の距離と出た球の数」から、「距離と球の出方」や「距離と速度」など、一つの条件だけでなく複数の条件を関連付けながら追究する姿が見られた。これは、自作教材を用いて条件を自由に操作し、繰り返し実験することで、結果を比較しながら事象の関係性を捉え直すことができたためであると考え。また、複数の条件を関連付けながら事象に対する理解を深めたり、他者の考えを取り入れ、自分の考えを見直したりする姿につながった。これらの姿から、自作教材は事象を多面的に捉えることに寄与した。

○てだてⅡーア 生徒の思いに寄り添った単元構想

本研究では、単元の導入時に、スプラッシュマウンテンに対する意識を掘り起こし、「東部GOGOスプラッシュ」と出あわせることで、経験をもとにして「速さ」や「角度」、「高さ」など多様な考えを生み出すことができた。さらに、単元の終末には、学びをいかす場として、「東部GOGOスプラッシュ」をもっと水しぶきが上がるように改良する場を設定した。生徒Aは、振り返り【資料 13】で「勢い」に対する見方を変えた。これらの姿から、本実践の単元構想は、生徒の経験を呼び起こし、課題を自分事として捉えさせることに有効であった。

○てだてⅡ 振り返りを蓄積し、共有する授業展開

振り返りを蓄積し、それを用いて「コンパタイム」やかかわり合いを行った。追究の進度に合わせてペアやグループを組み、追究を支えた。その結果、球の飛ぶ距離に着目したり、他者の問いをもとに自分の考えを見直したりする姿が見られた。これらの姿から、振り返りを蓄積し、共有する授業展開が、他者の考えと比べ、新たな気づきを生み、学びを自己調整しながら、事象の仕組みを何度も捉え直していくために有効であった。

（３）課題について

○視点を明確にしたコンパタイム

本研究では、毎授業の最初にコンパタイムを設定し、追究の進度に合わせて、教師が意図的にペアやグループを設定することで、事象を多面的に捉えることができた。しかし、多面的に捉えることに留まり、原理を追究しようとする姿には繋がらなかった。そのため、視点を明確にしたコンパタイムを行うことで、原理を説明しようとする思考を促すためのより有効なてだてとなると考える。

○科学的創造力を高める単元構想

本単元構想では、「もっと水しぶきが上がるようにしたい！」という思いを実現するために個人追究やかかわり合いの場を繰り返し行ってきた。身近な経験を活かして実験を進めることができたが、思いを単元の主軸とすることで、事象の法則を追究することに留まり、原理を追究しようとする姿は見られなかった。そのため、法則を見いだした後に、その理由を説明する問いを教師が意図的に位置付けることで、創造力をより働かせることができると考える。