

実践報告

高校物理における看図アプローチを活用した授業実践 —ゼノンのパラドックスを用いた「瞬間の速度」の学習—

松尾健一¹⁾・溝上広樹²⁾

MATSUO Kenichi MIZOKAMI Hiroki

キーワード：看図アプローチ・高校物理・瞬間の速度・ゼノンのパラドックス

概要

高等学校の理科では、生徒の学習意欲を喚起し、生徒が自然の事物・現象に進んで関わり、主体的に探究しようとする態度を育てることが目標の1つとされている。本稿では、物理分野における看図アプローチ利用の有効性を確認することを目的として、開発と実践を行った。その結果、ゼノンのパラドックスを利用した看図アプローチが、「瞬間の速度」の学習において、学習意欲の喚起に効果的な仕掛けになることが示された。本稿の物理の実践をもって、高校理科における看図アプローチ実践が全科目において報告されることになった。

1. 背景・目的

文部科学省(2018a,b)は「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進を学習指導要領改訂の基本方針としている。そして、「子供たちが、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、これまでの学校教育の蓄積を生かしながら、学習の質を一層高める授業改善の取組を活性化していくことが必要である」としている。また、高等学校の理科においては「生徒の学習意欲を喚起し、生徒が自然の事物・現象に進んで関わり、主体的に探究しようとする態度を育てること」が目標の1つとして示されている。

学習意欲の喚起に関して、杉江(2011)は「教科書にあることを順番に学ぶのだという程度の認

識では、子どもが自分から学びに向かって動くことはあまり期待できません。ここに教員の仕掛けが必要になるのです。」と述べている。また、栗田(2017)は「モチベーションは、学生が行う学習行動の方向、強度、持続性、質に影響を及ぼします。(中略)教師の行動しだいで、学生のモチベーションが高まることもあれば、失われてしまうこともあります。」と述べている。いずれも教員の仕掛けや行動が、学習意欲の喚起やその後の学習にとって重要であることを示している。

これまでの理科教育における教員の仕掛けの蓄積の例として、「看図アプローチ」を活用した授業実践が複数報告されている(溝上他2016;前田・溝上2022;寺田・溝上2024;溝上2022)。看図アプローチは、絵図・写真・グラフ等のビジュアルテキストを読み解き、読み解いた内容を発信していくプロセスを含んだ授業づくりの方法であ

1) 岡山県立岡山城東高等学校

2) 崇城大学総合教育センター

る（鹿内 2015）。理科における看図アプローチの実践報告では、課題の発見や好奇心の向上、さらにキャリア教育の視点からも有効なツールになることが示されている。しかし、これらの取組に、物理分野の実践報告は含まれていない。

物理分野においても、学習意欲を喚起し、主体的に探究する態度を育成する上で、看図アプローチの活用は有効であると考えられる。

本研究では「物理基礎」の単元「瞬間の速度」における看図アプローチを用いた授業を開発・実践することを目的とする。

II. 授業の実際

II-1 授業者及び学習者

授業は 2024 年 5 月中旬に本校普通科 1 年次生 116 名 (3 クラス) を対象に 1 クラスずつ行った。授業者は第一著者 (松尾) である。

II-2 授業教材・ゼノンのパラドックス

ゼノンのパラドックスとは、古代ギリシア、エレアの哲学者ゼノンが唱えた連続性に関する逆説である (巽 1997)。授業では、4 つの代表的な逆説のうち「飛矢静止の逆理」を利用した。このパラドックスは、アリストテレス (BC384-322) によって、概ね次のように説明されている：空間を占める物体は、その固有の大きさの空間のみを占める場合、静止している。しかし、矢の飛行の各瞬間において、矢は自身の大きさと同じ空間のみを占めることができる。したがって、飛行の各瞬間において、矢は動いておらず静止している。そして、各瞬間に当てはまることは、その全体においても当てはまる。したがって、すべての飛行時間において、矢は動いておらず静止している (Owen 1958)。

アリストテレス以来も、近代の B.A.W. ラッセル等の著名な哲学者が、このパラドックスに取り組み、二千年の歳月を経ても意義を持ち続けている (巽 1997)。このような問いを授業で利用することは、答えが簡単に出ないことで知的好奇心を

喚起したり、当たり前を疑うことで批判的な思考力を高めたりする上で有効であると考えられる。一方で、高校 1 年生にこのパラドックスを紹介するだけでは「仕掛け」としては、不十分であることが予想される。そこで、誰もが容易に参加可能な看図アプローチをこの問いに適応し、導入時に提示することにした。

II-3 ビジュアルテキスト及びワークシート

ビジュアルテキストは、図 1 のダーツの矢の無影写真を利用した。ここではイメージ図を掲載する。ワークシートは以下のとおりである。

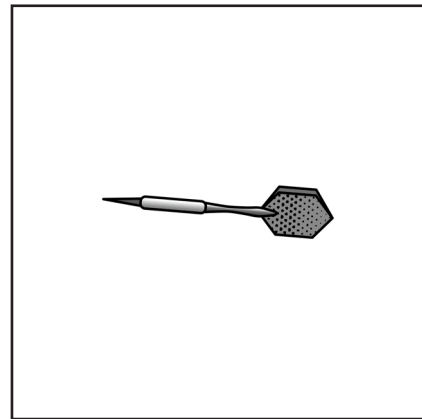


図 1 ダーツの矢 (イメージ図)

STEP1 [予想]

写真をよく見て下の問いに答えましょう。

問 1 矢はどのような状態だと思いますか？

〔止まっている ・ 右に動いている〕
〔左に動いている ・ 下に動いている〕

問 2 先生が提示した 2 枚目の写真を見て、矢はどのような状態だと思いますか？

〔止まっている ・ 右に動いている〕
〔左に動いている ・ 下に動いている〕

STEP2 ゼノンのパラドックスについて、あなたの考えを理由とともに書きましょう。

(※ STEP6 も同じ問い)

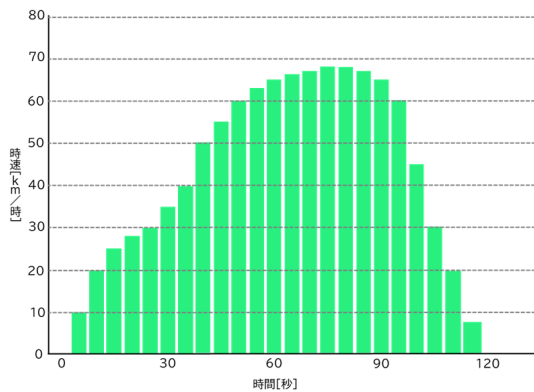
【ゼノンのパラドックス】

紀元前 5 世紀頃の哲学者ゼノンは、「飛んでいる矢はいつの時点でもその瞬間は 静止している。いつの時点でもその瞬間は止まっているのなら、いつも止まっているわけで、したがって、飛んでいる矢は動かない。」と主張しました。これは、パラパラ漫画に例えることができます。1 枚 1 枚の絵は当然止まっています。しかし、止まっている絵をパラパラさせると、私たちはあたかも絵が動いているように見えますね。

STEP3 物体の速さは、常に一定とは限りません (一定の速さの方が珍しい)。下の電車の速さの例で、速さの変化について考えてみましょう。

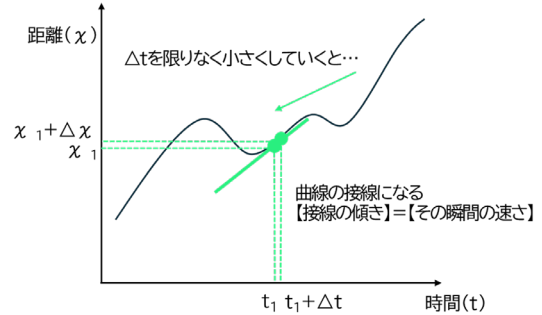
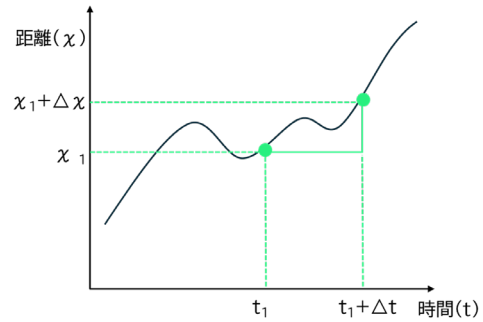
ある電車が駅を出発して、1.5 km 先の次の駅に着くまでかかった時間は 2 分間でした。このときの平均の速さ [km/h] は () と求めることができます。

下のグラフは、このときの電車の 5 秒ごとの速さを表したものです。



このグラフを見てわかるように、電車は 2 分間という時間間隔で求めた速さで常に動いているわけではありません。例えば、10 秒後の速さは () であり、50 秒後の速さは () です。

STEP4 STEP3 では、時間間隔を 5 秒間で考えましたが、この時間をもっと (無限に) 小さくするとどうでしょうか?このように考えると、その瞬間での速さを求めることができそうです。



STEP5(問題演習) 省略

※各 STEP の写真及び解答欄は省略

II-4 授業の進め方

【ステップ 1】看図アプローチによる導入

- a) ビジュアルテキストと発問を記載したワークシートを学習者に配付する
- b) 写真 (図 1) をプロジェクターで投影する
- c) 同じ写真を Google Classroom で生徒の iPad に共有する
- d) Google Classroom の「質問」機能を用いてワークシート STEP1 の問 1 の回答を各自提出させる

【問 1】

矢はどのような状態だと思いますか?

- 〔 止まっている ・ 右に動いている 〕
- 〔 左に動いている ・ 下に動いている 〕

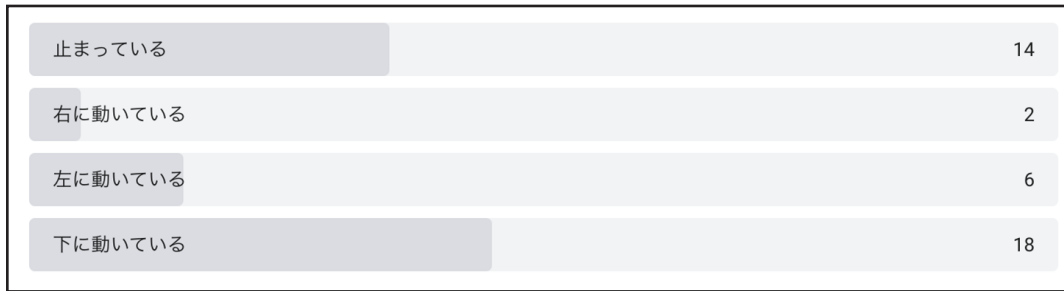


図2 Google Classroomでの質問1の回答共有の1クラスにおける例

a～cの準備を整えたところで、ワークシートの問1を投げかける。この際、写真をよく見ることで、しっかりと頭を使って答えを導き出して欲しい旨を伝える。cは、ビジュアルテキストをデジタルで共有し各自の端末で拡大して見られるようする。これは寺田ら(2024)の実践を参考にしたものである。dで回答を提出後は、クラスメイトの回答を全体で確認する。図2は、Google Classroomで共有したある1クラスにおける回答結果である。

なお、全クラス合計の回答結果は「止まっている」27名、「右に動いている」8名、「左に動いている」46名、「下に動いている」35名であった。ダーツの矢の先端(チップ)の方向である左に動いているという回答が最も多いものの、自由落下と捉え下に動いているという回答も目立った。次に、止まっているという回答が多かった。一方で、右に動いているという回答は極端に少なかった。

次に、写真(図1)のトリミング前の手が写っている写真(図3)を利用して授業を進めていく。

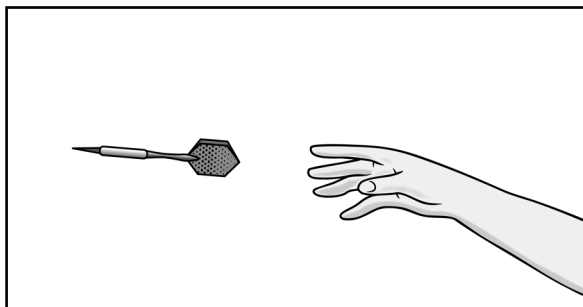


図3 ダーツの矢(イメージ図)

e) 写真(図3)をプロジェクターで投影する
f) 同じ写真をGoogle Classroomで生徒のiPadに共有する

g) Google Classroomの「質問」機能を用いて問2の回答を各自提出させる

【問2】

矢はどのような状態だと思いますか？

- 〔 止まっている ・ 右に動いている 〕
- 〔 左に動いている ・ 下に動いている 〕

ここでも、Google Classroomでクラスメイトの回答を共有する。全クラス合計の回答結果は、「止まっている」9名、「右に動いている」29名、「左に動いている」69名、「下に動いている」9名であった。2枚目の写真では手が写っていることで、1枚目の写真を示したときに多かった、止まっていると下に動いているという回答は極端に減り、左に動いているという回答が最も多くなった。興味深いのは、右に動いているという回答が増えている点である。

ステップ1の看図アプローチによる導入を通して、静止画を見ただけではダーツの矢の動きを判断することはできないことを伝える。そして、矢に速度があるかないかについて判断することは不可能だと気づかせる。授業では、問2において、「左に動いている」が最も支持された回答であった。しかし、手でダーツの矢を投げているように「見える」と判断したため、実際に左に動いているかは静止画からは確定できないことを伝えた。

ダーツの矢の問題は、古代ギリシアの哲学者ゼノンが唱えた飛ぶ矢のパラドックスと関係していることを伝え、次のステップに進める。

【ステップ2】ゼノンのパラドックスを考える

h) ワークシート STEP2「ゼノンのパラドックスについて、あなたの考えを理由とともに書きましよう」に取り組みさせる。

瞬間の速度に関する学習をする前に、hを実施する。その際、授業者がワークシートに記載されているゼノンパラドックスについて説明する。授業では、時間を永遠に分割可能とした場合に、その瞬間において矢は静止しており、それを足し合わせても運動しているとは言えないことを併せて説明した。

代表的な回答は次に示すとおりになった。

学習前の回答

• 生徒 A

矢がその瞬間では止まっていますが、次の瞬間に別の位置へ移動しているという時点で矢は動いている。そのため、ゼノンのパラドックスは間違っていると思った。

• 生徒 B

私は反対です。飛んでいる矢は見た通り、動いていて、写真が止まっているように見えるのは、写真＝静止画だから。動いている矢の瞬間を切り取ると、止まっているように感じるだけ。実際に「移動」しているから、飛ぶ矢は動く！

• 生徒 C

瞬間を切り取ってみれば止まっているというのは理解できる。飛んでいるのに動かないというのはよく理解できないが（矛盾しているから）、パラパラ漫画の例は理解できた。

• 生徒 D

静止している瞬間だけを切り取っているだけで時間は流れていくのだから矢もそれにとともに動いている。

• 生徒 E

賛同できる。なぜなら、その一瞬だけを見たら、いろいろなものは止まっているから。

学習前の回答では、運動している矢が止まっていると考えることは誤っている、つまり矛盾がある点を指摘する生徒が目立った。一方で、その理由としては、「止まっているように見えるだけであるから」といったものが多かった。

【ステップ3】瞬間の速度に関する学習

- i) ワークシート STEP3「平均の速さ」を実施する
- j) ワークシート STEP4「瞬間の速度」を実施する
- k) ワークシート STEP5「瞬間の速度」の問題演習を実施する

ワークシート STEP3「平均の速さ」では、電車の例を用いて、2分間と5秒間の平均の速さの違いを示し、1つの物体の運動について、時間間隔の違いによって速さが異なることを実感させる。具体的には、「ある電車が駅を出発して、1.5 km先の次の駅に着くまでかかった時間は2分間のとき」の平均の速さ [km/h] を求めさせる。その後、この電車の5秒毎の速さを示したグラフから、「10秒後の速さと50秒後の速さ」を読み取らせる。

ワークシート STEP4「瞬間の速度」では、前述の時間間隔をさらに小さくするとどうなるか考えさせる。縦軸を距離、横軸を時間として、速さが変化する物体の運動のグラフを例示する。そして、時間を限りなく小さくしたときの速さを瞬間の速さとし、接線の傾きから読み取れることを解説する。その際、グラフと接線は1点と接しているように見えるが厳密には2点あることを伝える。そうすることで、速さは「単位時間あたりの(2点間の)移動距離」という速さの定義と一致することを確認する。

その後、ワークシート STEP 5 の瞬間の速度に関する演習問題を実施する。

【ステップ4】再度ゼノンのパラドックスを考える

1) ワークシート STEP6 「ゼノンのパラドックスについて、あなたの考えを理由とともに書きましょう」に取り組ませる。

瞬間の速度に関する学習を終えた後、1のとおりゼノンのパラドックスについて自分の考えを再度記述させる。この際、学習前後で自分の考えがどのように変容したかを容易に自己評価できるように、学習前後の回答を並べて記入してもらう（図4）。

生徒の代表的な回答は次のとおりになった。なお、生徒A～Eは学習前（ステップ2）の回答と同一生徒である。

学習後の回答

・生徒A

物体が動き終わった位置と動き始める位置と、その距離によって速度を求めることができる。速度は動いていないと発生しないのではないかと思うので、やはりこの説には反対だ。

・生徒B

瞬間を切り取ってみても、ちゃんと速度が求められるので、やはりゼノンのパラドックスは間違っていると思う。1つの点のように見えて

も、動く物体には必ず2点があって、接線となり存在している。パラパラ漫画は、物体が動いているわけではないので、ちょっと違うと思う。

・生徒C

瞬間を切り取ったといえ速さがある（その瞬間の速度は2点から求められる。つまり、時間の間隔を限りなく小さくしても1点ではなく2点ある）からゼノンのパラドックスは納得できない（反対）。

・生徒D

矢の動きや速さを求めるためにはある2点の時間と距離の情報が必要なため1枚の静止画だけでは止まっているといえない。

・生徒E

反対する。なぜなら、瞬間では動いていないように見えても全体を通して見ると動いているから。

ゼノンのパラドックスは誤りであると回答するだけでなく、瞬間の速度の考え方を利用してその理由を説明するものが目立った。

【ステップ5】振り返りとアンケート

本時の次の授業の冒頭で、前時の振り返りとしてGoogle Formsを用いた授業に関する5つのアンケート及び自由記述による感想と気づきの記入を実施する。

アンケートの質問項目は、次のようにした。

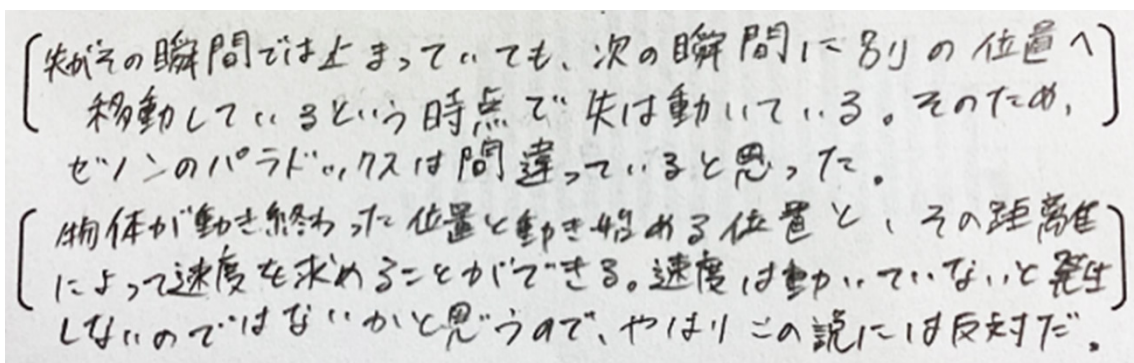


図4 ゼノンのパラドックスに関する考えの学習前後での記述の例（上段が学習前、下段が学習後）

- ・質問 1:「【STEP1 について】どのような矢の状態なのか, 自分なりに推測できましたか?」
- ・質問 2:「【STEP2 について】ゼノンのパラドックスについて, 自分なりの意見を作ることができましたか?」
- ・質問 3:「【STEP6 について】ゼノンのパラドックスについて, 自分なりの意見を作ることができましたか?」
- ・質問 4:「【STEP1・2 について】矢の写真, ゼノンのパラドックスは, 今回の授業(瞬間の速度)を理解する上で, 有効だと思えましたか?」
- ・質問 5:「今回の授業内容(瞬間の速度)は理解できましたか?」

いずれも 5 件法で実施し, 「5. よくあてはまる」「4. あてはまる」「3. どちらとも言えない」「2. あてはまらない」「1. 全くあてはまらない」とし評価得点とした(図 5~9)。有効回答数はいずれも 111 件であった。

感想と気づきの記入では, 「今回の授業(瞬間の速度)について, 感想, 気づきなどを書きましよう。」の 1 項目の自由記述を実施した。

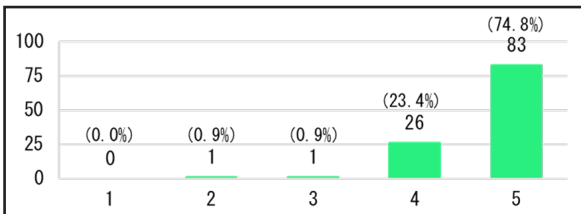


図 5 質問 1:「どのような矢の状態なのか, 自分なりに推測できましたか?」の回答結果

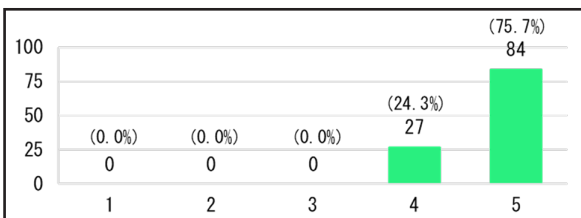


図 6 質問 2:「(授業前)ゼノンのパラドックスについて, 自分なりの意見を作ることができましたか?」の回答結果

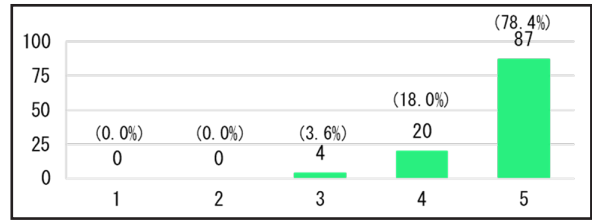


図 7 質問 3:「(授業後)ゼノンのパラドックスについて, 自分なりの意見を作ることができましたか?」の回答結果

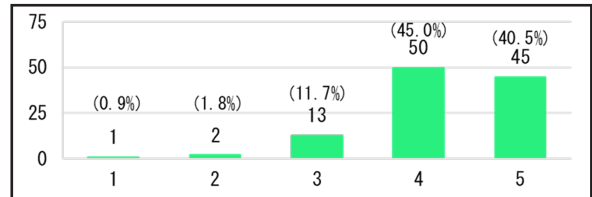


図 8 質問 4:「矢の写真, ゼノンのパラドックスは, 今回の授業(瞬間の速度)を理解する上で, 有効だと思えましたか?」の回答結果

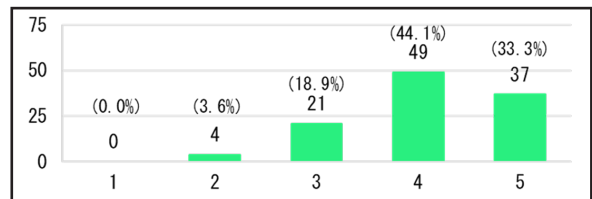


図 9 質問 5:「今回の授業内容(瞬間の速度)は理解できましたか?」の回答結果

自由記述への回答

〈1. ゼノンのパラドックスへの関心・理解〉

1-1. ゼノンのパラドックスそのものに対する感想や驚き

- ・ゼノンのパラドックスがおもしろかったです。
- ・写真のない時代に瞬間には速さがあるのかと疑問に思ったゼノンさんはすごいと感じた。
- ・ゼノンのパラドックスを知って, 瞬間で見たら物体は止まっているという考え方もあるんだと新たな発見をすることができた。

1-2. ゼノンのパラドックスを通じた自己の思考変化

- ・ゼノンのパラドックスを通して自分の意見が少しずつ変わっているのがわかった。
- ・瞬間の定義を考えるとまた意見が変わるのが面白いと思った。

1-3. ゼノンの考え方への共感・新しい理解

- 瞬間の速度の感じ方がゼノンの考え方と異なっても、その考えに共感できた。
- ゼノンのパラドックスをはじめ見た時は何をいっているのかわからなかったが、瞬間の速度と関連付けることでわかった。
- 瞬間の速度について、古くから様々な人々がその定義について議論してきたことが感じられた。

〈2. 瞬間の速度に関する理解〉

2-1. 定義や計算方法に関する具体的な理解

- 瞬間の速度は一点のことではなく、間隔のせまい二点間の平均の速さであるとわかった。
- 物理での速度は2点間の差のことを言うことがわかった。瞬間の速度は、速度を求めるときの時間間隔をもっと小さくしたものだとうわかった。

2-2. グラフや視覚的表現を通じた理解

- 瞬間の速度はどこを切り取るかで速度が変わってくるし、矢のようにその瞬間は静止しているように見えてもグラフに表すと、その瞬間にも速度があるということがわかった。

2-3. ゼノンのパラドックスとの比較や反論

- 瞬間の速度というのはある一点とある一点がないと成り立たないので、ゼノンのパラドックスは正しくないということをしっかり理解することができた。
- 瞬間の速度については、できる限り短い時間の“移動距離”を取るとより正確な瞬間の速度が調べられるとうわかったが、ゼノンのパラドックスでは、“0秒間の一点”についての瞬間の速度を求めようとしているため止まっているように思ってしまうのではないかと考えた。

2-4. 瞬間に関連する新たな視点や経験

- 瞬間はほぼ無限に区切ることができて、その瞬間ごとの画像について考えたりしたことは初めてだった。
- 瞬間とかが時間の一部ならどれぐらいの大き

さまで瞬間と言えるのかなと思った。それにまず時間とはなんなのがよく分からなくなった。

〈3. 教員の説明や友人との議論を通じた理解の深化〉

- ゼノンのパラドックスについて自分で考えるとまだまだ言葉や考えが足りていなかったが、先生の説明を聞いて「2点が必要」ということが速度を考えると大切だとわかった。
- ゼノンのパラドックスについて自分なりに考え、友達の意見を聞くことで瞬間の速度の理解を深めることができた。
- 瞬間ごとの画像について考えたりしたことは初めてだったので、自分の考えや周りの人の考えを理解し、知ることができた。

III. 考察と今後の課題

矢の状態について推測できた(4・5の評価)と回答する生徒の割合は、98.2%と非常に高い割合となり、そのうち、よくできた(5の評価)の割合も74.8%であった。4つの選択肢を元に、積極的に考えたことが推測できる(図5)。看図アプローチの選択肢では、回答が1つに偏るようなものは適しておらず、無影写真であることとトリミングして示したことが功を奏し、ダーツの矢の通常の進行方向とは逆向きの右に動いている以外にうまく回答が分かれた。このことから、図1のビジュアルテキストと問いは、適切なものであったことが分かる。なお、STEP1の問1,2の正解はいずれも「左に動いている」である。

さらに、図3のビジュアルテキストでは、手が写ることで進行方向のヒントを示したことで、約60%の生徒がダーツの矢の通常の進行方向である左に動いていると回答した。一方で、それぞれ8%程度の生徒は止まっている、下に動いていると回答をした。このことは、1枚目のビジュアルテキストを読み解く際にしっかりと見た上で、納得感を持って回答を選択しており、条件が変わっても結果を保持していたことが考えられる。

特に面白いのは、本来のダーツの矢とは逆向きの右に動いていると回答する生徒が約 7% から 25% へと増加している点である。手が開いていることで曖昧性が高まり、飛んできたダーツの矢を掴もうとしていると解釈したと考えられる。この回答数の変化は、ヒントとして示してもなお、看図アプローチに適した曖昧性の高いビジュアルテキストであることを示している。さらに、静止画では矢が(どちらに)運動しているか分からないことを示すことで、次のゼノンのパラドックスの課題へと繋げる上でも効果的なものであることが示唆される。

そして、ゼノンのパラドックスについて、意見を作ることができた(4・5の評価)と回答する生徒の割合は、瞬間の速度の学習前後で 100% と 96.4% となり、いずれも非常に高い割合となった(図 6・7)。なお、よくできた(5の評価)の割合はそれぞれ 75.7% と 78.4% であった。特に学習後は、瞬間の速度の学習内容と関連付けることを暗に示していたが、生徒は熱心に取り組んでいたことがアンケート結果からも推察することができる。必ずしも全員が瞬間の速度の定義を利用してゼノンのパラドックスを説明できた訳ではなかった。しかし、自由記述からは、物理の見方・考え方を利用してゼノンのパラドックスを主体的に捉えなおしている様子や、ゼノンのパラドックス自体への興味・関心の高まり、協同学習の有用感等の「多段階動機づけ」が起きていることが推察される。この点は、鹿内(2010)による看図作文を活用した効果の報告と一致する。また、ゼノンをはじめとする古代の人々や考えに関心を抱いたり、共感を持ったりしている点は興味深い。ビジュアルテキストを通して働く人々の姿を見て考えるプロセスを踏むことで、その職業や仕事に関する好奇心が高まることが報告されている(前田・溝上 2022; 寺田・溝上 2024, 2025)。間接的に類似した過程を踏むことでも、同等の効果があることを示唆しているかもしれない。

次に、矢の写真・ゼノンのパラドックスは、瞬間の速度を理解する上で有効だった(4・5の評価)

と回答する生徒の割合は、85.6% と高い数値となった(図 8)。なお、有効だった(4) ととても有効だった(5) の割合は同程度であった。また、瞬間の速度は理解できた(4・5の評価)と回答する生徒の割合は、77.5% と概ね高い数値となった(図 9)。なお、理解できた(4) ととても理解できた(5) の割合は、それぞれ 44.1%, 33.3% となった。このような結果は、ゼノンのパラドックスを授業の最初に紹介しただけでは、得られなかったかもしれない。誰もが参加可能な看図アプローチと組み合わせるという「仕掛け」によって、学習意欲が喚起され、多段階動機づけがその後の学習にとっても効果があったことが推察される。

また、自由記述では、「どれぐらいの大きさまで瞬間と言えるのかな(中略)まず時間とはなんなのかよく分からなくなった」といった当たり前を疑うような意見が出されたり、「瞬間の速度について、古くから様々な人々がその定義について議論してきたことが感じられた」といった興味・関心が広がったりする様子が観察された。このことは、二千年に渡って意義を持ち続けている哲学の問いを利用した価値が生かされることを示している。Wiggins & McTighe (2013) は本質的な質問には、学問分野内・間の重要なアイデアに向かわせる、追加の質問を生じさせ探究を促す、何度も回想される等の要素があると述べている。ゼノンのパラドックスは、まさにこの要素を持った問いと言える。

「運動が無限に分割された瞬間の集合で説明できるか」といったゼノンの問題提起は、その後 17 世紀に発達した、微分・積分を利用することで矛盾が解消され、運動や変化を正確に表現できるようになった(沢口 1962)。本時はこの流れをベースにした授業と言える。

一方で、古代の人々の考えに思いを馳せる中で生じる「ゼノンはなぜ変化や運動が本当に存在するのか」という問いを、パラドックスを通じて示す必要があったのだろうか?といった類の問いに対しては、物理学や数学の眼鏡(見方・考え方)だけでなく、歴史学や倫理学の眼鏡も必要となっ

てくる。

ここで、文部科学省(2018b)が、学習指導要領等の理念を実現するために必要な方策としてカリキュラム・マネジメントの重要性を掲げていることに注目したい。カリキュラム・マネジメントの側面のひとつとして、「各教科等の教育内容を相互の関係で捉え、学校の教育目標を踏まえた教科横断的な視点で、その目標の達成に必要な教育の内容を組織的に配列していくこと」が示されている。

物理分野における本実践報告をもって、高校理科学科全科目(物理・化学・生物・地学)の看図アプローチ実践報告が出揃った(溝上 2016; 前田・溝上 2022; 寺田・溝上 2024 等)。本実践は、物理分野でも、看図アプローチ活用が学習意欲の喚起と主体的に探究する態度を育成する上で有効であることを示している。それと同時に、ゼノンのパラドックスのような歴史ある問いと組み合わせることで、生徒の多面的・多角的な興味・関心を喚起することが示された。この方法を利用することで、カリキュラム・マネジメントの側面を踏まえた教科横断的な視点での授業実践を促進できるかもしれない。

引用・参考文献

- Jay McTighe・Grant Wiggins 2013 「Essential Questions : Opening Doors to Student Understanding」 Assn for Supervision & Curriculum
- 栗田佳代子・日本教育研究イノベーションセンター 2017 『インタラクティブ・ティーチング アクティブ・ラーニングを促す授業づくり』 河合出版
- 前田敏和・溝上広樹 2022 「高校化学における看図アプローチを活用した授業実践ーイオン化傾向とその社会での利用を学ぶー」 『全国看図アプローチ研究会研究誌』 15号 pp.3-9
- 溝上広樹・吾妻行雄・鹿内信善 2016 「高校生物における看図アプローチを利用した授業実践

ーユニからその生態と東日本大震災を考えるー」 『福岡女学院大学大学院紀要・発達教育学』 創刊号 pp.181-195

溝上広樹 2022 「1人1台端末を利用した高校生物における看図アプローチ授業実践」 『全国看図アプローチ研究会研究誌』 12号 pp.3-9

溝上広樹 2024 「高等学校における看図アプローチ研修プログラムの開発と実践」 『全国看図アプローチ研究会研究誌』 21号 pp.11-21

文部科学省 2018a 『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説理科編理数編』
https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002620_06.pdf
(2024.12.11 閲覧)

文部科学省 2018b 『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説総則編』
https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002620_1.pdf
(2024.12.11 閲覧)

Owen, G. E. L. 1958 「Zeno and the Mathematicians」 Proceedings of the Aristotelian Society, Vol. 58 (1), pp.199-222

沢口昭幸 1962 「数学に於ける抽象の必然性」 『科学基礎論研究』 5 (4) pp.156-165

鹿内信善編著 2010 『看図作文指導要領ー「みる」ことを「書く」ことにつなげるレッスンー』 溪水社

鹿内信善 2015 『改訂増補 協同学習ツールのつくり方いかし方ー看図アプローチで育てる学びの力ー』 ナカニシヤ出版

杉江修治 2011 『協同学習入門』 ナカニシヤ出版

巽友正 1997 「ゼノンの運動否定の論理」 『科学基礎論研究』 25 巻 1 号 pp.49-53

寺田昂世・溝上広樹 2024 「高校地学基礎における看図アプローチを活用した授業実践ー半減期と過去の大気濃度の研究について学ぶー」 『全国看図アプローチ研究会研究誌』 21号 pp.3-10

寺田昂世・溝上広樹 2025 「ChatGPTによる
発問を利用した看図アプローチ授業実践－高校
地学において火山と私たちの暮らしについて考
えるために－」『全国看図アプローチ研究会研
究誌』24号 pp.3-14

謝 辞

本研究に際し、ご理解とご協力をいただきました岡山県立岡山城東高等学校の先生方、生徒の皆さんに心より感謝申し上げます。また、本稿執筆に際し、イメージ図の作成をいただきました石田ゆき先生、お力添えをいただきました鹿内信善先生に心より御礼申し上げます。

2024年12月26日 受付

2025年 1月 5日 査読終了受理