

<実践報告>

目に見えない自然現象をイメージして考える力を高める理科指導に関する
実践研究

下崎大吾 信州大学教育学部附属長野中学校

三崎 隆 信州大学教育学部理科教育講座

天谷健一 信州大学教育学部理科教育講座

神原 浩 信州大学教育学部理科教育講座

A Study on Science Instruction to Enhance the Ability to Create
Imagery on Invisible Natural Phenomena

SHIMOZAKI Daigo: Nagano Junior High School, Faculty of Education,
Shinshu University

MISAKI Takashi: Faculty of Education, Shinshu University

TENYA Ken-ichi: Faculty of Education, Shinshu University

KAMBARA Hiroshi: Faculty of Education, Shinshu University

研究の目的	サイエンスボードを使い、予想や考察を図に表し、友と意見交換する活動を位置付けることが、目に見えない自然の事物・現象を可視化し、イメージさせることを通して、考える力を高める理科の指導に有効に機能することを明らかにすることを目的とする。
キーワード	目に見えない自然現象 イメージ 考える力 浮力 力
実践の目的	中学校の理科授業の授業改善を目的とする。
実践者名	下崎大吾・三崎隆・天谷健一・神原浩
対象者	公立N中学校第1学年生徒(41名)
実践期間	2012年12月～2013年2月
実践研究の方法と経過	実践前に対象生徒全員の対象単元に関する素朴概念の実態を調査し、実践後に概念形成の実態を調査して比較検討した。また、調査前の実態から特定の生徒を抽出し、当該生徒の実践における変容を質的に追跡し、分析を加えた。
実践から得られた知見・提言	目に見えない自然の事物・現象を可視化し、イメージさせることを通して、考える力を高める理科の指導を行うことは、生徒の概念形成に有効に機能する。

1. はじめに

理科の授業においては、自然事象を科学的にとらえ、根拠を明らかにして説明できる生徒を育成することが必要である。それを具現化するためには、目に見えない自然現象をイメージして考える力を高めていく、確かな学びの積み重ねが必要であると考えている。

筆者らは、「光の性質」（平成24年11月）において、水中に置いた豆電球を空気中からストローで覗いて、豆電球が見える位置で固定し、棒をストローを通して落としても、棒が豆電球に当たらない理由を考える指導を実践した。その際、生徒は棒が豆電球に当たらない理由を、光が境界面で屈折する実験結果と結び付けて考えることができていない様態が認められた。そこで筆者らは、サイエンスボードに光の道筋や棒をかいて、友と意見交換するように促す指導を実践した。サイエンスボードに光の道筋と棒をかき入れ、友と意見交換を行った生徒は、空気中を進む光の延長線を水中に入れた棒が示していることに気づき、光が屈折して進むために棒は当たらなかったと理由を説明することができるように様態の変容を示した。これらのことから、サイエンスボードの具体的な有効な活用のあり方を解明することが今後の理科授業改善に寄与するものと考えられ、期待されるところとなっている。

そこで、本研究においては、第1学年単元「いろいろな力の世界」において、水に沈めたおもりの水深を変えたとき、おもりにはたらく水圧の大きさと浮力の大きさの関係を説明する学習を構想し、サイエンスボードを使い、おもりの下面と上面にはたらく水圧の大きさを矢印で表し、浮力の大きさとの関係を友と意見交換する活動を位置付けることとする。この活動を行うことによって、目に見えない自然現象をイメージして考える力を高め、おもりの下面と上面にはたらく水圧の差を根拠に、水深を変えたときの浮力の大きさが変わらないことを説明できるようになることが期待される。

2. 研究目的

本研究では、サイエンスボードを使い、予想や考察を図に表し、友と意見交換する活動を位置付けることが、目に見えない自然の事物・現象を可視化し、イメージさせることを通して、考える力を高める理科の指導に有効に機能することを明らかにすることを目的とする。

3. 研究方法

3.1 単元名・学年・時期

「いろいろな力の世界」（全10単位時間）

公立N中学校第1学年1クラス（計41名）

実践時期：平成24年12月～25年2月

3.2 単元の目標

(1)自然事象への関心・意欲・態度（ア）

- ① 力のはたらきに関する事物・自然現象に進んでかかわり、それらを分類しようとする。
- ② 水深を変えたとき、水圧の大きさと浮力の関係はどうなるのかを意欲的に考えようとする。

(2)科学的な思考・表現 (イ)

- ① 力を力のはたらく点、向き、大きさの三つの要素に着目して、矢印で表すことができる。
- ② 圧力と力の大きさや面積との関係について、自らの考えを導いたり、まとめたりして、表現することができる。
- ③ 水深が変わっても、浮力の大きさは変わらない理由を、おもりの下面と上面にはたらく水圧と結び付けて説明することができる。(本時)

(3)観察・実験の技能 (ウ)

① 力を加えたときのばねののびを正確に測定することができ、結果をグラフにかいて表すことができる。

② 面にかかる力の大きさと面積から、圧力や水圧を求めることができる。

(4)自然事象についての知識・理解 (エ)

- ① 水圧はあらゆる方向からはたらき、深くなるほど大きくなることを理解することができる。
- ② 浮力はおもりの体積に比例して大きくなることを理解することができる。

3.3 単元展開 (全 10 単位時間扱い)

①日常生活で物体にどのようなことが起きているのか、それは物体にどんな力がはたらいっているからなのかを考える。(1)

「力がはたらくと物体にどのようなことが起こるのか。」

②ばねにおもりをつるし、力の大きさとばねののびの関係について、グラフにかいて考える。(1)

「力の大きさとばねののびには、どんな関係があるのか。」

③力はどんな要素を表す必要があるのか、その要素を表すにはどのように表せばよいのかを考える。(1)

「力はどのように表せばよいのか。」

④びんを置いたときのスポンジのへこみ方を調べ、へこみ方の違いについて考える。(2)

「力のはたらく面積が違うと、力のはたらきはどうか。」

⑤水深とストローで息を吹き込む力の関係を調べ、水圧の大きさについて考える。(2)

「深いほど水圧は大きくなるのか。」

⑥水深を変え浮力を調べ、水圧の大きさと浮力の関係について考える。(2) (本時 2/2)

「水深を変えたとき、水圧の大きさと浮力の関係はどうなるのか。」

⑦水に沈んでいる部分の体積と浮力の関係について考える。(1)

「おもりが水に沈み始めてから沈みきるまでに浮力の大きさが変化したのはなぜか。」

3.4 本時に寄せた教材化の構想

(1) 空気中でばねばかりにつるしたおもりを水中に沈めたとき、浮力がはたらき、ばねばかりの目盛りが小さくなる様子を観察し、水深を変えたとき、水圧の大きさと浮力の関係はどうなるのか予想をする場面

前時、教師は、ばねばかりにつるした 0.5N のおもりを示し、水に入れるとばねばかりの示す目盛りはどうなるか問う。生徒は、「浮力がはたらいて軽くなる」と発言するだろう。教師は、生徒の考えを確認したところで、おもりを水中に入れ、目盛りが 0.1N になったことを示す。このとき物体にはたらく上向きの力を浮力ということを確認し、おもりにはたらく水圧によって生じていることを伝える。次に教師は、おもりをさらに深く沈めると、おもりにはたらく水圧はどうなるか問う。生徒は、水深が深くなれば水圧も大きくなると、前時の学習を想起して考えるだろう。さらに教師は、このときおもりにはたらく浮力の大きさはどうなるだろうと問う。生徒は、「水圧が大きくなれば浮力も大きくなる」や「水圧が大きくなるので浮力は小さくなる」などと述べるだろう。生徒は、水圧の大きさと浮力の大きさは、どんな関係があるのだろうか、と考え、疑問を述べるだろう。教師はそのような考えを取り上げ、学習問題を「水深を変えたとき、水圧の大きさと浮力の関係はどうなるのか」と設定する。教師は学習問題の予想をするように促す。その際、沈めたおもりにはたらく水圧の大きさと、浮力の大きさを矢印を使って考えるように伝える。生徒は、浮力の大きさと底面にかかる水圧の大きさに着目し、水深が深くなれば水圧が大きくなるので、浮力が大きくなると予想するだろう。

(2) 「サイエンスボード」を使い、水深を変えたとき、水圧の大きさと浮力の関係はどうなるのかについて、友と意見交換する場面

本時、生徒はひもでばねばかりにつるしたおもりを、水中に沈め、底面の深さを 10cm 、 15cm 、 20cm にしたときのおもりにはたらく浮力の大きさを調べる実験を行い、水深を変えてもおもりにはたらく浮力の大きさは変化しないという結果を得る。そこで教師は、サイエンスボードを使って、浮力と水圧の大きさの関係を説明するように促す。

水深が深くなると水圧が大きくなるという既習事項から、浮力も水圧と同じように、水深が深くなるほど大きくなると予想をする生徒は、どうして浮力は変化しないのか疑問をもつだろう。そこで、班で意見交換をし、サイエンスボードに自分の考えを図でかいたり、友のかいた図を見て考えたりしていくだろう。そのことにより、水圧はおもりの下面だけでなく、側面や上面にもはたらく、向き合った力は互いに打ち消し合う、という他の生徒の考えを理解するだろう。そして、水深を変えても浮力は変わらないという実験結果を、おもりの下面と上面にはたらく水圧の差と結び付けて、水深を深くすると、下面にはたらく水圧が大きくなるが、上面にはたらく水圧も大きくなるので、浮力は変わらないと説明できるだろう。このような学習をすることで、目に見えない自然現象をイメージして考える力を高め、水深を変えたときの水圧の大きさと浮力の関係を説明することができるだろう。

3.5 本時の主眼

水深を変えたときの水圧の大きさと浮力の関係について考える場面で、水深を変え、ばねばかりを使って浮力を調べ、水圧の大きさととの関係を考えることを通して、水深を変えても、浮力の大きさは変わらないことを、おもりの下面と上面にはたらく水圧の差と結び付けて説明することができる。

3.6 本時の展開

段階	学習活動	予想される生徒の反応	◇教師の指導・援助 評価	時間	備考
課題を確認し／ 追 究 し て ／ ま と め る	1 学習課題を確認する。	学習問題：水深を変えたとき、水圧の大きさと浮力の関係はどうなるのか。 学習課題：水深を変え、ばねばかりを使って浮力を調べ、水圧の大きさととの関係を説明しよう。		5分	ワークシート
	2 水深を変え、ばねばかりを使って浮力を調べる。	ア 水深を深くしていくと、浮力は小さくなっていくと思う。 イ おもりを水に入れたらばねばかりが示す値が小さくなった。小さくなった分が浮力なのだ。 ウ おもりを 10cm, 15cm, 20cm と沈めていっても、ばねばかりが示す値は変わらない。だから、浮力も変わらない。なぜ浮力は、水圧のように大きくなっていかないのだろうか。	◇ばねばかりの 1 目盛りが 0.04N であることを確認する。 ◇実験方法を確認し、実験を行うように促す。 ◇次の観点で机間指導を行う。 ・測定時にばねばかりを静止させているか。 ・ばねばかりの目盛りやおもりの位置を水平に見ているか。 ◇実験結果を確認する。	15分	水槽 おもり ばねばかり
	3 結果を基に考察する。	エ 予想と違って、水深を変えても浮力は変化しなかった。 オ 水深が深くなれば、水圧は大きくなるが、浮力は変わらない。水圧と浮力にはどんな関係があるのだろうか。 カ 水深が深くなれば、上向きの力は大きくなる。周りに押しつぶす力も関係しているのかな。	◇実験結果を基に考察し、ワークシートに文章や図を使って記入するように促す。 ◇ワークシートに記入が進まない生徒には、結果を確認し、水深が変わると浮力や水圧はどうなるのかを図でかくように促し、対話をしながら共に考える。	5分	
	4 各自が考えた考察を基に班で意見交換をして、サイエンスボードに水圧と浮力の関係を図で記入する。	キ 水圧は下面だけでなく、側面や上面にもはたらいているはずだ。 ク 側面にはたらく水圧は、向きが逆で大きさが同じだから、打ち消しあって 0 になるのではないか。 ケ 下面と上面にはたらく水圧も側面と同じように考えればよいと思う。 コ 浮力はおもりの下面にはたらく水圧と、上面にはたらく水圧の差である。水深を深くすると、下面にはたらく水圧が大きくなるが、上面にはたらく水圧も大きくなるので、浮力は変わらない。つまり水深を変えても、浮力は常に一定になる。(B 評価) サ 浮力はおもりの下面にはたらく水圧と、上面にはたらく水圧の差である。水深が深くなると、水圧はそれに比例して大きくなる。下面と上面の水圧の差は、常におもりの高さ分 (5cm) であり、おもりの水深が変わっても、水圧の差は一定である。だから水圧の差、浮力も常に一定になる。(A 評価)	◇班で考察を発表し合い、水圧の大きさと浮力の関係をサイエンスボードに図やキーワードで記入していくように促す。 ◇特に疑問点は、お互いに質問したり、話し合ったりするように促す。 水深を変えても、浮力の大きさは変わらないことを、おもりの下面と上面にはたらく水圧の差と結び付けて説明している。 (ワークシート・サイエンスボード) ◇サイエンスボードに記入が進まない生徒には、結果を確認し、水圧はどのようにはたらくのか、水深が変わると浮力や水圧はどうなるのかを図でかくように促し、対話をしながら共に考える。 ◇班で意見交換した結果を発表するように促す。 ◇発表の際、サイエンスボードを実物投影機を使いテレビに映す。	20分	サイエンスボード マーカー クリーナー ものさし テレビ 実物投影機
	5 本時の学習を振り返る。	シ 下面と上面の水圧の差が浮力になるため、浮力は変化しなかったのだ。サイエンスボードを使って友と意見交換したことで、浮力と水圧の関係がよく分かった。	◇本時の学習を振り返り、本時の学習に生かすことのできた既習内容等をワークシートに記入するよう促す。 ◇見方や考え方の変容についてまとめている生徒の振り返りを紹介する。	5分	

4. 結果と考察

4.1 本時のワークシートやアンケート調査結果の分析から

本時の各生徒の追究の様子をワークシートから分析した結果、水深を変えても、浮力の大きさは変わらないことを、おもりの下面と上面にはたらく水圧の差と結び付けて説明することができた生徒は41名中5名であった。しかし、次時に他の班の説明を聞き、再び班で意見交換を行った結果、水深を変えても、浮力の大きさは変わらないことを、おもりの下面と上面にはたらく水圧の差を根拠に説明することができた生徒は41名中41名であった。本時、多くの生徒が説明できなかった原因を考えると、考察の時間が十分に確保できなかったことに加え、「水圧は水深に比例する」「水圧はあらゆる方向からはたらく」「力の大きさを矢印の長さで表す」などの習得した内容が定着していなかったことがその原因の一つであると考えられる。

単元開始前と単元終了後に、概念地図法を用いてアンケートを行った。アンケートでは、『水の中ではたらく力』から思いつく事や物などを線で結んで書きましょう」という設問について用紙に自由に書き出すように促した。その結果、単元開始前は、「水圧」を書いた生徒が41名中21名、「浮力」を書いた生徒が7名だったが、単元終了後は、「水圧」を書いた生徒が38名、「浮力」を書いた生徒が41名になった。また、単元終了後には、「浮力」から「おもりの下面にはたらく水圧ー上面にはたらく水圧」「空気中の重さー水中の重さ」「上向きの力」「深さに無関係」「体積」などへ線をつなぎ、「水圧」「浮力」への理解を深めた生徒が増加した。これは本単元の学習を通して、目に見えない自然現象を水の中ではたらく力と結び付けて考えた姿である。

4.2 Sの学びの様態と考察

- (1) サイエンスボードに、水深を変えたときの水圧の大きさを図に表し、友と意見交換することによって、水深を変えたときのおもりの下面と上面にはたらく水圧の大きさについて考えることができたS
- Sは、前時までに、水深が深くなると、「水圧が大きくなるほど浮力も大きくなる」と予想し、図に下面と上面にかかる水圧を、深さによって長さを変えた矢印で記入した。本時、教師は、おもりを水深10cm、15cm、20cmに変えたときにはたらく浮力の大きさを調べ、その結果を基に、水深が変わると浮力や水圧はどうなるのかを図でかくように促した。さらに、生徒が自分で考察した後、サイエンスボードを使って班で意見交換するように促した。Sの班は、サイエンスボードに水圧を表す矢印をかきながら、以下のような意見交換を行った。

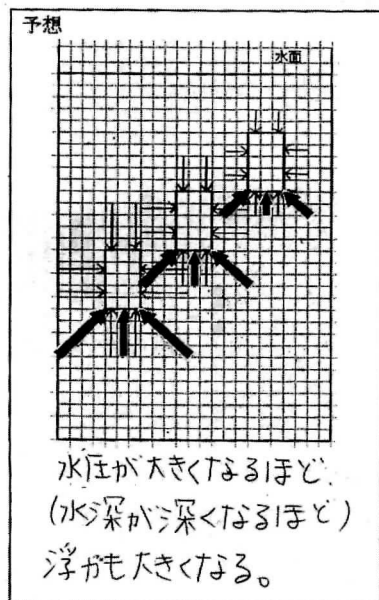
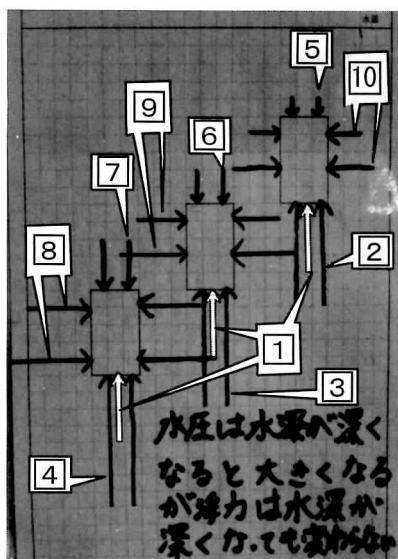


図1 Sのワークシート

- S 1: 実験結果は、空気中の重さが0.56N、水中の重さは0.18Nだったので、浮力は0.38Nです。深さを変えても、おもりにはたらく浮力は同じでした。水中でおもりにはたらく浮力を矢印で記入しましょう。
- H 2: 浮力は0.38N だから約0.40Nですね。0.10Nを1目盛りの長さとして、矢印の長さは4目盛りの長さにししましょう。[三つのおもりにはたらく浮力を4目盛りの長さで矢印を記入する。(図2 1)]
- Y 3: 次に水圧です。水圧は、水深が深くなるほど大きくなるので、長さで表せるようにしないとイケないですね。
- S 4: では、水深10cmのときは6、水深15cmのときは7、水深20cmのときは8の目盛りの長さはどうですか。[水深10cmのおもりの下面にはたらく水圧を示す矢印を6の長さにして記入(図2 2).]
- Y 5: こっちは、こうなるかな。[水深が15cmのときに下面にはたらく水圧を表す矢印を7の長さで、水深が20cmのときに下面にはたらく水圧を表す矢印を8の長さでかく(図2 3 4).]
- S 6: おもりの上の面にかかる水圧は・・・[水深10cmのおもりの下面にはたらく水圧を表した矢印と同じ長さで上面にはたらく水圧の矢印をかき始める]
- H 7: 何で下の面にはたらく水圧と同じ長さなのですか。
- A 8: それはおかしいです。上面にはたらく水圧は下面にはたらく水圧より深くないので小さいはずです。
- S 9: なるほど。おもりは点でないの、下面にはたらく水圧は上面にはたらく水圧より大きいのですね。[水深が10cmのときの矢印を1の目盛りの長さにかき直す(図2 5).]
- Y 10: そうですね。[水深が15cmのときの矢印を2、20cmのときの矢印を3の目盛りの長さでかく(図2 6 7).]
- S 11: おもりの横にはたらく水圧の大きさはどうしましょうか。
- Y 12: 横の上の方を2、3、4の目盛りの長さに、横の下の方を3、4、5の目盛りの長さにしたらよいと思います。
- S 13: [おもりの側面に矢印をかく(図2 8 9 10)]
- S 14: そうか。水圧はこのようなにはたらくしているのですね。僕は水深が10cm、15cm、20cmと深くなれば水圧が大きくなることは分かっていたのですが、このようにおもりの各面へはたらく水圧を同じ大きさだと考えていました。でも、みんなの考えを聞いて、おもりの各面もそれぞれ水深が違うから、水圧の大きさも違うことに気付きました。[ワークシートの考察に図を記入する.]

Sは、本時の振り返りに、「浮力は何によって決まっているのか詳しく知りたい」とワークシートに記入した(図3)。Sは、学習問題の予想を、水深が深くなると水圧が大きくなるという既習事項と結び付けて、浮力の生じる理由を考え、水深を変えた三つのおもりに、それぞれ、深くなるほど長い矢印を記入した。このとき、Sは、おもりの各面にはたらく水圧を同じ大きさと考えていたため、それぞれのおもりの周りに同じ長さの矢印を記入した。意見交換の場面で、おもりの上面にはたらく水圧の大きさについての発言(H7, A8)を聞き、Sは、おもりにも高さがあり、そのため、下面と上面にはたらく水圧の大きさに差があることに気付いた。(S9, 14)



これは、S がサイエンスボードに、水深を変えたときの水圧を図に表し、友と意見交換することで、それぞれの水深のおもりの各面にはたらく水圧の大きさについて考え、理解することができた姿である。

図2 Sの班のサイエンスボード

浮力は水深とは関係がないことがこの実験で分かった。では、なにによって決まっているのか詳しく知りたい。

図3 Sワークシート

(2)他の班の発表を参考にして、サイエンスボードを用いて班の友と意見交換し、水深が変化しても浮力が変化しない理由を考えることができたS

第10時、教師は水圧の大きさと浮力の関係について考えたことを発表するように促した。1班は、おもりの下面にはたらく水圧から、上面にはたらく水圧を引くことで浮力が生じると発表した。この発表を受けて、下面と上面の水圧の差について疑問をもつ生徒がみられた。そこで教師は、もう一度、サイエンスボードを用いて班で考える時間を設定した。Sの班では、前時のサイエンスボードの水圧と浮力の関係について以下のように意見交換を行った。

S 15: 1班が言っていたことは(おもりの下面にはたらく水圧から、上面にはたらく水圧を引く)ということなのでしょうか。

A 16: それが本当に浮力になるのかな。

S 17: 水圧が浮力に関係あることは前の時間に考えたけれど。

H 18: そうです。僕たちの班でかいた図で説明すると、これ[水深が10cmのときの下面の水圧を指さす]が6で、これ[水深が10cmのときの上面の水圧を指さす]が1だから、 $6-1=5$ 。浮力が5です。これ[水深が15cmのときの下面の水圧

を指さす] が 7 で、これ [水深が 15cm のときの上面の水圧を指さす] が 2 だから、 $7-2=5$ 。浮力が 5 だから、水深 10cm のときと浮力の大きさが同じになります。

S 19: 物体には高さがあり、水圧はあらゆる方向からかかるから、下の面と上の面に水圧の差ができるのですね。おもりの水深を変えても下面と上面の差は変わらない。これが浮力と考えれば説明がつきます。僕たちがサイエンスボードにかいた浮力は 4 ですから、4 にするためにはどうすればよいのですか。

A 20: 上面の水圧、下面の水圧、浮力のどれかの大きさを変えて調節すればよいですね。

H 21: そうですね。だから、おもりの下面にはたらく水圧から、上面にはたらく水圧を引くと、浮力になるように力の大きさを変えればよいのではないのでしょうか。おもりの下面にはたらく水圧の大きさを 1 ずつ小さくしたらどうでしょう。

S 22: 本当だ。そうすれば水深を 10cm、15cm、20cm と変えても、おもりの下面にはたらく水圧から、上面にはたらく水圧を引いて求められる浮力が 4 のままですね。実験では、空気中で 0.56N、水中で 0.18N だったので、浮力は 0.38N となります。だからあのおもりの下面と上面の水圧の差が 0.38N となるということですね。[サイエンスボードにかいてあった、それぞれの水深のおもりの下面にはたらく水圧を表す矢印を 1 ずつ短くする (図 4 1)]。

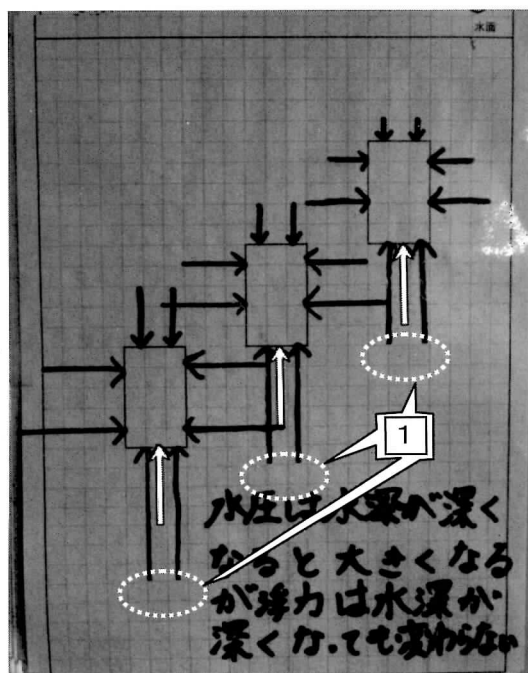


図 4 S の班のサイエンスボード

※図 2 及び図 4 の作図は、生徒が問題解決の過程において作成したものであり、本来は、物体が水深 10cm の高さにあるときの下面にはたらく水圧と、物体が水深 15cm の高さにあるときの上面にはたらく水圧は同じになることから、同じ長さで表現されるべきである。

前時、S は、おもりの下面と上面にかかる水圧の大きさが異なることを理解していたが、1 班の発表を聞いて、浮力と、下面と上面の水圧の差を結び付けて考えることができずに

いた (S15) . この発言を受けて, H は, サイエンスボードを用いて, 水深と水圧の大きさを表す矢印の長さを対応させて, 下面と上面の水圧の差が同じになることを説明した (H18) . この説明を聞いた S は, 物体には高さがあるので, 下面と上面の水圧に差が生じるが, 水圧の差は水深を変えても変わらないことに気付いた (S19) . そして, 浮力はこの水圧の差によって生じると考えると, 実験結果が説明できると考えた (S19) . さらに, S の班は自分たちの班の下面と上面の水圧の差が 5 になっていることに対して, 浮力は 4 の大きさに記入していることから, 水圧と浮力の大きさを合わせるためにどうすればよいか検討し, サイエンスボードを修正していった. その結果, S の班では, 下面にはたらく水圧を 1 ずつ減らしてつじつまを合わせた (図 4) .

このようにして, S は, サイエンスボードの下面と上面の水圧の差を根拠に, 水深を変えても浮力が変わらないことを説明することができた. これは, S が他の班の発表を聞き, サイエンスボードにかいた水圧, 浮力をもとに班の友と意見交換をし, 浮力をおもりの下面と上面にはたらく水圧の差と結び付けて考え, 水深が変化しても浮力が変化しない理由を説明することができた姿である.

以上のことから, サイエンスボードに, 水深を変えたときの水圧の大きさを図に表し, 友と意見交換する活動を位置付けることは, 目に見えない自然現象をイメージして考える力を高めることに有効に機能することが明らかになった.

今後は, 習得したことを活用し, 友と活発な意見交換を行うためのグルーピングや単元展開の在り方, 及び自然事象を追究する際, 生徒が実験結果を分析, 解釈し, 必要な情報を取捨選択して, 根拠を明確にして説明する指導の在り方についてさらに継続的に研究を進めたいと考える.

(2013 年 4 月 25 日 受付)