

【主題】 小学校理科における、教師が感じる「指導の困難さ」の軽減

【副題】 新たな教材「流水実験装置」の開発を通して

【学校・団体名】 宮城県岩沼市立岩沼南小学校

【役職名・氏名】 教諭 渡部 智喜

1 はじめに（本研究に取り組む理由）

小学校理科の目標は、「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を育成すること」である。特に、「観察、実験を行うこと」は、「小学校理科の観察、実験の手引き（文部科学省 2011）」の中で問題解決の中核と位置付けており、理科における資質・能力の育成に不可欠な過程である。

理科の指導に関する実態調査は、「小学校理科教育実態調査（国立教育政策研究所 2008）」を始め、これまで数多く行われてきたが、中でも、「小学校教員の理科学習指導における実態調査～宮城教育大学教育学部生徒との比較～（宮城教育大学 2019）」により、教室や理科室で実物を提示したり、観察、実験を行わせたりすることが難しいものを扱う単元に対し、指導者が苦手意識を持っていることが明らかとなった。

また、「小学校理科教育アンケート調査報告（2）－教える際に困難を感じている単元と場面について－（山口大学教育学部附属教育実践総合センター2008）」では、より具体的に、第5、6学年の「流れる水のはたらき」「大地のつくり（と変化）」の単元における実験や観察の場面に、指導者が困難さを感じているという調査結果を報告している。

そのような中、文部科学省によるGIGAスクール構想の実現に向けた環境整備により、校内通信のネットワークや児童生徒1人1台端末が整備された。そのことで、これまで以上に、児童の学びの選択肢が広がるとともに、精度が高く、妥当な結果を得られる実験動画等を試聴できるようになった。一方、見方を変えると、教師は、指導が困難なこれらの単元を観察、実験を行わせることなく「楽に」「短時間で」行えるようになった。しかし、「平成30年度 全国学力・学習状況調査 報告書【小学校/理科】（国立教育政策研究所 2018）」における「流れる水のはたらき」に関する「より妥当な考えをつくりだすために、実験結果を基に分析して考察し、その内容を記述できるかどうかをみる」設問の

正答率が20.2%であることから、指導が困難だからといって、安易に動画視聴に頼る授業を展開してしまうのは、理科の目標は達成されず、本末転倒である。

そこで、本研究を通して、小学校理科第5学年「流れる水のはたらき」と第6学年「大地のつくり」における指導の困難さを軽減する教材を開発し、これらの課題の解決に努めたい。

2 研究の目標

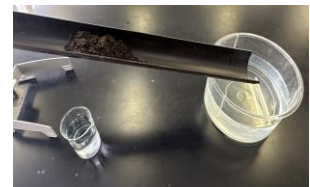
本研究は、小学校理科第5学年「流れる水のはたらき」と第6学年「大地のつくり」において、教師が指導の困難さを感じる要因を推察し、それを軽減できる教材を開発するとともに、実際に授業で使用し、成果と課題をまとめることを目標とした。

3 教科書から見る「指導の困難さ」

東京書籍発行の教科書（新編 新しい理科）における第5学年の流れる水の働きやその大きさを調べる実験方法として示されているのは、土に砂を混ぜたものをバットなどの箱に入れ、雑巾などで少し傾けた上で、洗淨瓶で水を流すやり方（図1）である。また、洗淨瓶をビーカーに変えたり、土で作った山にじょうろで水を流したりする別法が示されている。一方、第6学年の地層の成り方を調べる実験では、スタンドで傾斜を付けた樋を用いて、水を入れた水槽に砂や泥を含む土を流し込む方法（図2）が示されている。また、砂や泥を含む土と水を瓶に入れてよく振る別法が示されている。



【図1：流れる水のはたらき】



【図2：大地のつくり】

ここから推察できる指導に困難さを感じる要因は、次の三点である。

- ① 実験を行う際、条件を制御しにくい。
- ② 水の量と速さ、浸食の関係性を見だしにくい。
- ③ 両単元の関連が見えにくい。

① については、例えば、洗淨瓶やビーカーを用いて水

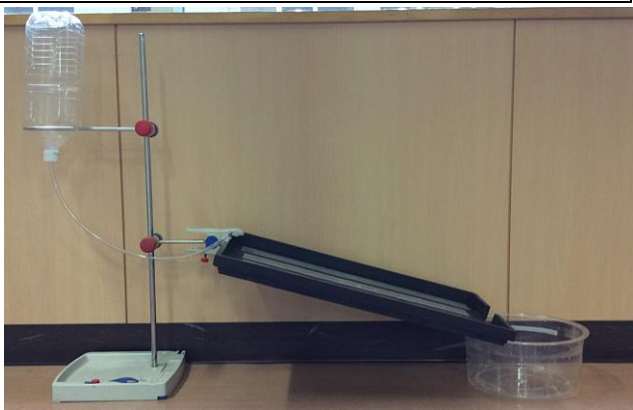
を流す際、洗浄瓶を握る力やピーカーの傾け具合など、一定時間に流れる水の量を均一にすることが難しく、それによって浸食のされ方に変化が生じてしまうなど、正しい結果を得られないことがある。また、②については、増水によって、浸食、運搬の働きが大きくなることについては捉えさせることができても、流れの速さには着目させにくく、「流れる水の量が増えると、『流れが速くなり』浸食や運搬の働きが大きくなる」など、事象の本質となる「流れる水の量」「流れの速さ」「浸食、運搬の働き」の関係性を捉えさせることが難しい。さらに、③については、両単元の教材が異なることで、図2の樋を流れる砂や泥を含む土が、大雨などで川の水が増水し、浸食、運搬されたものであることなど、学習内容の関連を気付かせにくい。

これらが解消されることで、指導を行うことへの困難さを軽減することができると考えた。

4 新たに開発した教材「流水実験装置」について

そこで、次の㉠～㉣を満たす教材を開発した。

- ㉠ 一定時間に流れる水の量を均一にするなど、「変えない条件」への精度が高い教材。
- ㉡ 水の量の変化による流れの速さの違いについても調べることができる教材。
- ㉢ 両単元で同じ物を使用することができる教材。



【図3：流水実験装置】

図3は、水稲用育苗箱を用いた新たな教材（流水実験装置）である。この育苗箱の材質がPP（ポリプロピレン）・PE（ポリエチレン）混合再生材のため、軽い上に容易に加工できることや、元々の用途が水稲の育苗のため、水や土の重さなどに対する耐久性が高いこと、単価が百円台と安価なことなどから、今回、教材として使用することとした。

ここからは、この教材の仕組みや、上記の㉠～㉣をどのように満たすことができるのかについて説明していく。

この教材は、ペットボトルを水源とし、穴を開けたキャップにビニールチューブを通して水を流す。ペットボトルを用いることで、流す水の量が調整しやすい。ペットボトルの底の部分には、小さな空気穴が開いており、安定して水が流れるようにしている。また、スタンドには、ペットボトルを支える「支持環」と水稲用育苗箱を支える「自在ばさみ」をクランプで固定することで、流れる水の量を一定にすることができる。これらを通して、「変えない条件」の精度が高まり（㉠の達成）、条件の制御のしにくさを解消することができる（㉡の解消）。

また、室内でも観察、実験を行うことができるよう、水稲用育苗箱の穴をテープで塞いでいるのだが、流れる水の量を変えたり、蛇行部分の内側と外側を比べたりした際、このテープによって、図4、5のように、浸食された土の変化をより明確に確認できるようになっている。



【図4：流れる水の量→㉡】



【図5：流れる水の量→㉢】

さらに、図6、7のように、ジョイントマットを用いたアタッチメントを取り付け、同様の実験を行うことで、土を用いずに、水の量の変化による流れの速さの違いや、蛇行部分の内側と外側を流れる水の速さの違いなどを比較しやすくすることができる。



【図6：アタッチメント(直線)】

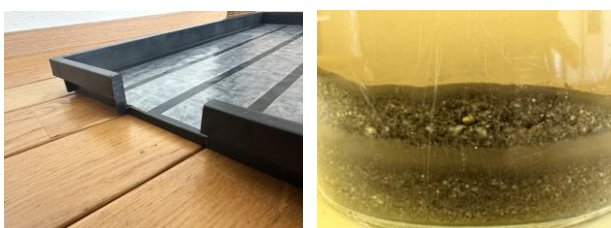


【図7：アタッチメント(曲線)】

併せて、このアタッチメントにより、水のみに着目させ、児童の発想を生かしながら、様々な方法で蛇行

部分の内側と外側を流れる水の量の違いを調べさせることができる(④の達成)。そこで、図5の実験結果も取り上げることで、「流れる水の量」「流れの速さ」「浸食、運搬の働きの大きさ」を関係付けながら、流れる水の働きの本質を捉えさせることができる(②の解消)とともに、川の蛇行部分の外側は深く、流れが速いことなどにも気付かせることができ、安全指導や川の治水対策にも学びをつなげさせやすい。

他にも、水稻用育苗箱の端を切り取った(図8)ことで、水をためた水槽に浸食、運搬された土が堆積される(図9)ようにした(⑤の達成)。そのことで、第6学年の地層のでき方の学習へとつなげやすくなるよう工夫した。(③の解消)



【図8：育苗箱の切り取り部分】【図9：2回に分け堆積した層】

5 授業での活用

この教材を使用し、第5学年「流れる水のはたらき」の実践を行った。その際の児童の学びの様子を振り返るとともに、成果と課題をまとめる。

(1) 単元の導入

単元の導入として、身近な川が台風の影響で増水している様子を提示し、普段の川との違いについて話し合わせた。児童からは、「水の量が多い」「濁っている」「木が流されている」「流れが普段より速そうだ」などの声が挙がった。そこで、「台風などで雨がたくさん降り、川の水の量が増えると、本当に①水が濁ったり②木が流されたり③流れが速くなったりするのだろうか」という問題を設定した。

(2) 教材との出会い

それらを調べるための教材として、流水実験装置を提示した(図3)。装置を正しく使えるようにするため、練習をする時間を確保した。

(3) 実験1「流れる水の量を変える」

複数回試したいとの声があったため、理科室ではなく屋外で実験を行わせた。多くのグループが図4、5のように、流れる水の量による浸食、運搬の働きの大きさの変化に気付くことができた。その際、育苗箱に貼られたテープが目印となり、浸食、運搬のされ方をより視覚的に捉えさせることができた。一方、育苗箱

の傾斜が急すぎたため、少ない水でも大きく浸食、運搬されてしまったグループもあった。それらのグループに対しては、教師は傾斜を調整し、再度取り組ませるなどした。この実験を通して、水槽に運ばれた土が濁っていたり、土に混じていた小枝なども流されたりしたことから、増水によって土が浸食され、運搬される際に川の水が濁ることや、普段は流されない木なども川の水量が増すと流されることなどに気付かせることができた。(④、⑤の解決) 実験後には、図9のように、水槽内に層になって堆積した砂や泥の様子に気付く姿も見られた。

(4) 実験2「水の量による流れの速さの変化」

その上で、アタッチメント(図6)を提示し、流れる水の量と流れの速さの関係を調べさせた。児童は、チョークの粉や水に浮く発泡スチロール製のビーズなどを用いながら水の流れを視覚化し、動画を撮影しながら一定距離を運ばれる時間を測定するなどして、流れる水の量による流れの速さの変化を調べた。この実験を通して、川の増水によって流れが速まり、浸食や運搬の働きの大きくなることを捉えさせることができた。(⑥の解決)

(5) 実験3「川の蛇行部分の内側と外側の違い」

次に、台風による増水によって、川の蛇行部分の外側が浸食されている映像資料を提示した。その上で、流水実験装置を用いて蛇行部分の内側と外側の浸食の違いを教師が演示した。児童からは、「やっぱり外側だけが浸食されている」「内側よりも流れが速そうだ」「外側に水が集まっているように見える」などの声が挙がった。そこで、「川の蛇行部分の外側は、内側よりも①流れが速く、②流れる水の量も多いのだろうか」という問題を設定した。

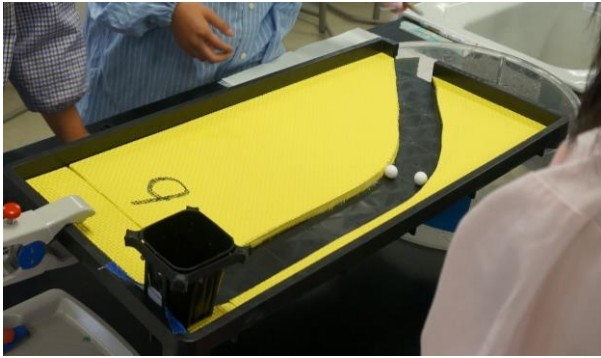
児童は、アタッチメント(図7)を用いて、グループごとに、蛇行部分の内側と外側を流れる水の量や、流れの速さを調べる方法を考え、実験を行った。(図10、11は、蛇行部分の内側と外側を流れる水の量の比較、図12は、流れの速さを比較したもの)



【図10：仕切りを設け、内側と外側を流れる水を分けて集める】



【図 11：水路を封鎖し、水が溢れる場所を調べる】



【図 12：発泡スチロール製のビーズで流れの速さを比べる】

これらの実験を通して、蛇行部分の外側は、内側よりも流れる水の量が多く、流れが速いことを明らかにさせることができた。(①、②の解決) そこから、実験 1、2とも関連させ、蛇行部分の外側が内側よりも浸食の働きが大きい理由を捉えさせることができた。

その後、これまでの学びと生活を関連付けさせるため、図 13 を提示し、どのような治水対策なのかを考えさせた。児童は、図 11 の結果も踏まえ、蛇行部分の外側は流れる水の量が多くなることから、水路を増やすことで、増水した際に流れる水の量を減らすことができ、流れを穏やかにしたり浸食の働きを小さくしたりしていると考えを持つことができていた。(図 14)

その他にも、ダムや貯水池、引堤、捷水路など、様々な治水対策についても、学びを生かし、その役割について考えることができた。



【図 13：提示した資料】



【図 14：増水した際の様子】

6 成果と課題 (○：成果 ●：課題)

本研究の成果と課題は次の通りである。

○「変える条件」と「変えない条件」を焦点化し、条件制御の精度を上げることができた。そのことで、妥当な結論へと導く実験結果を得ることができた。

○アタッチメントの活用により、これまで着目させにくかった「流れの速さ」を調べる実験が行いやすくなった。そのことにより、「水量」「流れの速さ」「浸食、運搬の働きの大きさ」を関係付けながら流れる水の働きを捉えさせることができた。

○一度装置を作ってしまうと、毎年使用することができる。

○身近な道具を用いるなどして、児童が考えた様々な実験方法を具現化させることができる。

●ペットボトルのキャップにチューブを通したり、アタッチメント（ジョイントマット）を育苗箱の形状に合わせて切り貼りしたりするなどの事前準備が必要である。また、装置がどのように条件を制御することができるのか、装置の使い方など、説明や練習の時間の確保が必要である。（初回のみ）

7 おわりに

本研究は、第 5 学年「流れる水のはたらき」、第 6 学年「大地のつくり」の二つの単元にスポットを当て、教師が指導に困難さを感じる要因を推察しながら、新たな教材の開発を通して、それらの軽減を図った。

第 5 学年の理科で育成を目指す「問題解決の力」は、条件を制御しながら解決の方法を発想する力である。実践を通して、特に、本教材が条件制御の精度を上げたことが、児童主体の学習を展開することへとつながり、指導の困難さを軽減したと考える。

今後は、更に実践を重ね、本教材の改善を図るとともに、他の単元においても新たな教材の開発を行っていきたい。

<参考文献>

- (1) 小学校学習指導要領解説 理科編
- (2) 文部科学省 (2011) 『小学校理科の観察、実験の手引き』
- (3) 国立教育政策研究所 (2008) 『小学校理科教育実態調査』
- (4) 宮城教育大学 (2019) 『小学校教員の理科学習指導における実態調査～宮城教育大学教育学部生徒との比較～』
- (5) 山口大学教育学部附属教育実践総合センター (2008) 『小学校理科教育アンケート調査報告 (2) 一教える際に困難を感じている単元と場面について一』
- (6) 国立教育政策研究所 (2018) 『平成 30 年度 全国学力・学習状況調査 報告書【小学校/理科】』