

提出日：2020 年 6 月 26 日

聖徳大学大学院 博士前期課程
通信教育課程

小学生向け理科実験ワークシート作成におけるタブレット PC 活用の検討

Examination of Tablet PC Utilization in Designing Worksheets for Elementary Science Experiments

児童学研究科 児童学専攻
2001184005 永田 学

1. 研究の目的

教育の情報化は環境の整備や地域間格差などの課題を含みながらも確実に変化している。これからの教育は、この情報化の波とどのように融合しながら、「誰一人取り残すことのない、公正に個別最適化された学び」を実現していくという命題を負っている。

本研究では、教員志望学生のための実験キット開発及び試用ロールプレイを通して ICT 活用法を考案することを目的とした。具体的には、タブレットを用いて小学校理科実験用ワークシートを作成したり、児童になりきって記入してみてもワークシートを改善したりする過程で展開される発話から以下の 2 点を明らかにする。

- ①ワークシート作成の過程において、小学生の興味関心・問題解決能力の育成に関係する発話がどのように展開されるか。
- ② ICT を使ってワークシートを作成することの利点。

2. 研究の方法

考案した実験キットは、小学校理科「エネルギー」（小学校学習指導要領理科（平成 29 年告示））分野の内容で 20 分間程度の小実験を行った後、小学生用実験ワークシートをタブレット PC を用いて 30 分程度で作るというプログラムとした。実験の手続きそのものには時間をなるべくかけないように、クラブ活動や家庭でもできるような簡易な実験キットとして、火や化学薬品を使わない、安全なものを用意する。このキットを用いて、筆者（教師役）と研究室助手（学生役）とで実際に行うロールプレイの発話分析を行った。

これら一連の活動での発話を IC レコーダーに録音し分析を行う。単元については、①でこの規則性②振り子の運動③風とゴムの力の働き④電気の利用⑤磁石の性質の 5 つについて行う。

2-1 分析の方法

IC レコーダーの録音を文字化し、分析する。分析の観点としては、実験時は①材料・道具準備②条件設定（たとえば糸の長さは変えずおもりの数を変えて振り子の周期を比較）③実験実施、ワークシート作成時は①児童に投げかける問いを書く。②予想を書く欄を作る。③結果のまとめを書く欄を作る。④考察を書く欄を作る。⑤写真を取り込む。⑥模式図を描く。⑦児童になりきって実際にそのワークシートを利用してみる。の各項目に分け、それらに関わった時間を計測する。

また、発話については、フリーソフト「KH Coder」（樋口,2014）を利用してテキストマイニング分析をし、どのような単語（例えば「写真」）の出現頻度が高いか、単語どうしの

関係性がどのように変化するかなどを調べる。

また、最初の3分間で事前アンケート（机上に用意された実験の道具と材料を見て、どのような学習が行われるかを予想して書く）、最後3分間での振り返り（感想を自由記述で書く）を行い分析の対象とする。

3. 結果の整理

3-1 実験時及びワークシート作成時の発話時間

実験実施時において、5つの実験のトータル所要時間を比較すると。実験実施 59 分 09 秒、材料・道具準備 16 分 57 秒、条件制御 9 分 29 秒となる。実験にかかる時間が断然多い。これは、どの実験においても同様である。

ワークシート作成時には、問題作成にかかわる時間が最も多い。次に結果、考察と続く。記述は 5 分 3 秒と一番短い。図・グラフについては、第1回の実験時に 7 分 17 秒を要しているが、その後の実験では減少している。

3-2 実験及びワークシート作成時の発話分析（共起ネット分析）

共起ネット分析より、次の結果が得られた。

- ① 実験時とワークシート作成時の共起ネット出現数は、ワークシート作成時が多く表れる。
- ② 「風とゴムの力の働き」「磁石の性質」の出現数が他と比べると少ない。
- ③ 中心となる出現言語は、ワークシート作成時の方が実験時より多いことが読み取れる。
- ④ ワークシート作成時は、問題解決の過程に沿った言語が出現している。
- ⑤ ワークシート作成時は、「単元名」が出現することが多い。

3-3 実験及びワークシート作成時の発話分析（KWICコンコーダンス分析）

コンコーダンス分析からは、①てこの規則性においては、「力」という言語から、その前後の発話を基にカテゴリー順にみていくと、実験時は、活動、関係性、仕組み、活用の順に出現していることが分かる。また、ワークシート作成時は、問題設定、関係性、予想、応用の順に出現している。②振り子の運動においては、「長さ」に関わる言語を基に、実験時は活動、関係性、教材、仕組み、関係性の順に現れ、ワークシート作成時には、活動、関係性、仕組みの順である。④電気の利用については、実験時においてもワークシート作成時においても教材理解に関わるものが中心である。

3-4 事前のアンケート分析

学習キットからの学習の見通しや振り返りについて整理すると、事前アンケートからは、問題発見から解決への見通しを次のように考えている。振り子の規則性については、重さの

違う3種類の球を使った導入実験から、問題解決への見通しを立てている。風とゴムの力の働きでは、うちわで風を作り、物を動かしてゲームを行う導入から、実験計画へと見通しを立てる。電気の利用では、手回し発電機で電気を作ることを知り、コンデンサに電気をためて、実験をする道筋を考えている。磁石では、導入のチョウを飛ばす活動から、磁石の性質を解決する流れを考えている。

また、振り返りについては、教材操作に対する注意事項が多く表れているとともに、タブレットPCを使用する有効性に触れている。

3-5 教師の声掛け

実験時、及びワークシート作成時には、教師の指示は少なくして、学生役の考えを引き出すことを心掛けたが、発話分析における教師役の声掛けが次のように見られた。

振り子では、種類の違う球と糸を用意し、子供たちが興味・関心をもつための導入を考えさせた。音楽に合わせて振れる振り子を例にとり、どのように活動させるかによって、子どもたちの意欲は変わるという点である。基本的な活動の指示を行っている。また、ワークシート作成時は、問題解決の過程を意識した声掛けが表れていた。

風とゴムでは、ゲーム化をすることにより、子供たちが、どのように問題設定していくのかという視点で声掛けしている。気付きをどのように整理していくのかという点での声掛けがあった。

電気の利用では、手回し発電機やLED、コンデンサといった教材そのものについて理解していく場面を多くとっているため、教材に対する説明は丁寧に行っている。この単元は、教材をいかに取り扱うかが重要な点であることを意識している。

磁石では、導入の飛ぶチョウをどの段階で見せるかによって、子供の関心・意欲は変わるかという点において、助言をしている。

4. 考察

まず、ワークシート作成の過程において、小学生の興味関心・問題解決能力の育成に関係する発話がどのように展開されるかについて本研究を整理する。

○興味関心・問題解決能力の育成については、ワークシート作成時の発話時間から見ると、問題発見についての時間が十分に取られていることが挙げられる。これは、児童の興味・関心を高め、自ら問題を発見させようとする意図が十分考えられるため、有効であると考えられる。また、次に結果と考察についての時間をとっていることから問題解決学習を意識した結果とみられる。

- ワークシート作成時の発話についての共起ネット分析からは、実験時と比べると実験時の発話は、活動に対する言語が多く表れているが、ワークシート作成時は、問題解決の過程に沿った言語や科学的な言語のまとまりが増えている。また、単元名が出現していることは、問題を振り返りながら、発話していることにつながる。
 - コンコーダンス分析からは、エネルギー領域として抽出した言語の出現状況から、「力」「長さ」「プラス極」に対応する発話は、問題設定や導入、予想や条件といった問題解決の過程に対応していることから、それぞれの単元を意識していることが考えられる。
 - 教師側の声掛けが、事象への興味・関心を高めたり、見通しをもった問題解決活動を展開したりする上で、重要であることが考えられる。
- 次に、ICTを使ってワークシートを作成することの利点について整理する。
- ICT活用については、振り返りから、満足感や積極性、再現性についてよい評価を得ていると考えられる。
 - ワークシート作成時には、写真や図、表についての発話時間がとられ、ICTを活用しながら、ワークシートを作成する意図が読み取れる。例えば、てこの規則性では、はさみの支点、力点、作用点について、写真によってわかりやすく示すことに触れていたたり、電気の利用においては、LEDや手回し発電機にプラスやマイナスの極性があることの示し方にも触れたりしている。
 - 表を作る段階では、実験の条件によって、どのような枠組みを作るのかを考えている。例えば、振り子の運動では、1往復する時間が何に関係するのかを、おもりの重さ、振り子の長さ、振れ幅について実験することから、表作りに取り入れている。また、風とゴムの力の働きでは、適切な活動の回数を考え、表を作成している。表作りは、次の単元にも生かされている。
 - 問題に対する発話が多くあったのは、ワークシートを作成しながら、つねに問題に振り返り、実験や考察を行っているためである。これは、何度も改善できるというICT活用を有効に働かせていることであると考えられる。例えば、てこの規則性では、仮の問題を設定し、作業を進め、学習の目的を振り返りながら、適切な問題を設定している。磁石の性質では、「離れても磁石の力は発揮されるのだろうか」という問題から「どれくらい離れていても、引きつけられるのだろうか」という解決可能な学習問題へと高めている。

5. まとめと今後の課題

岸田(2018)は、実験計画ワークシートを開発することにより、小学生が実験計画力を高めたことについて言及している。実験ワークシートを作成することは、子供たちが自ら問題に気付き、検証するための実験計画を考え、主体的に問題解決活動を行うツールとして有効であるとする。作成の過程においては、ワークシート上の枠組みが思考を高める上で重要であり、表や四角枠、矢印などの大きさや配置を試行錯誤しながら決定していくことが問題解決の過程を確かなものにすることである。

本研究は、これから小学校教員を目指す学生に対し、情報活用能力の育成する1つの方策として、小学生向け理科実験ワークシート作成におけるタブレット PC 活用の検討を研究主題として進めてきた。今回の研究では、ワークシート作成時にタブレット PC を活用することが、理科の問題解決学習に有効に働くか。また、ICT活用の利点を探るという点では、成果を得ることができた。

本研究を進める中で、キット学習を行うことによって、そのことがICTを使ったワークシート作成に大きな意味があることが見えてきた。それは、今回の研究を始める際にも、理科という教科の特性は、観察・実験であり、実際に行うことを基にワークシートを作成してきたわけであるが、そのつながりを解明したわけではない。事前アンケートで得た見通しの重要性も、事前実験が前提となっている。また、豊田(2004)は、教員養成段階でのICT活用について、学生の実態は、コンピュータ使用スキルに差はあるが、スキルがそのまま授業評価と結びつくとは限らず、授業を成立させるためのICT活用を活用した授業づくりの必要性について述べている。そのような実態を捉え、短時間で授業づくりとICT活用能力を高める実験ワークシート作りは有効であり、今後、キット学習の更なる開発と共に研究を深めていきたいと考える。

今、コロナウィルスによる困難な状況に教育界もさらされている。そのような中で、各学校は、どのように学習を保証していくのかという課題を克服するための一つの方策としてオンライン授業を取り入れている。その中で、今後のオンライン授業の可能性も考えられている。はじめに述べたGIGAスクール構想が実現し、一人一台のタブレット環境が整ったときには、ICTを活用した学習が更に進められていくと考えられる。そのような中で、まず一歩として小学生ワークシートを学生が作るという段階も考えられる。

引用文献

- 海老崎功・川村康文・松本悠(2013)：理科教育法における模擬授業実施時の担当班の人数に関する研究. 科学教育研究, 37(3), 235-243.
- 遠藤有莉・田口瑞穂(2016)：小学校教員養成課程学生における実験器具操作と理科指導の自信の有無の関係. 日本科学教育学会研究会研究報告, 31(3), 101-104.
- 樋口耕一(2014)：計量テキスト分析のためのフリーソフトウェア『KH Coder』.
- 今井泉(2013)：中高理科からの疑問に答える Q & A リーフレットと実験キットの作成. 日本理科教育学会第 63 回全国大会発表論文集, 175.
- 石橋研一・浦野弘・神居隆・斎藤孝(2013)：実験器具の基礎操作の習得を支援する環境づくりの一考察 小学校の教員を目指す学生への意識調査と実技実習の試みを中心に. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 35, 143-153.
- 科学技術振興機構(2011)：理科を教える小学校教員の養成に関する調査 報告書
- 岸田拓郎・小椋康(2018)：実験計画力を育成する「実験計画シート」の開発とその有効性の検討, 40-43, 46
- 文部科学省(2017)：小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 理科編：東洋館出版社
- 文部科学省(2019a)：学校教育の情報化の推進に関する法律(通知)
- 文部科学省(2019b)：デジタル教科書実践事例集
- 文部科学省(2019c)：新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ）
- 文部科学省(2019d)：学校における教育の情報化の実態等に関する調査
- 文部科学省(2019e)：デジタル教科書実践事例集
- 文部科学省(2020)：G I G A スクール構想
- 文部科学省(2018)：全国学力・学習状況調査報告書
- 西野尊泰(2019)：化学者になってなぞの水溶液の正体をあばけ：学校と I C T, 22-25
- 佐藤実・平野真(2001)：理科教員を志望する学生によるマルチメディア中学理科教材の作成. メディア教育研究, 7, 63-72.
- 豊田充崇・野中陽一：「模擬授業」を取り入れた実践的教職授業カリキュラムの構築, 222-223
- 山本剛(2014)：小学校教員の理科教育に関する意識について—小学校教員の理科教育に関するアンケート調査の結果から—, 平成 26 年度奈良県立教育研究所研究紀要 3 章.