

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

教育デザインコース 理科領域
柳沼 優作
教育学研究科
和田 一郎

1. 問題の所在と研究の目的

Lawson (2001) は科学概念の獲得に関して、自然の事物・現象に対し「自らの考えを形成し、それを検証する」ことで達成されると指摘した。具体的には、理科の問題解決過程において、予想・仮説の場面で自らの考えを形成し、その検証を通じて科学概念の獲得が達成されることを意味する。

予想と仮説の違いに関し、Lawson (2001) や McComas (2013) は、「予想 (prediction)」とはある実験で得られる結果についての見通しと指摘している。一方、「仮説 (hypothesis)」とは、根拠に基づいて形成された自然の事物・現象に対する「暫定的な説明 (tentative explanation)」であり、その検証を通じて科学的な法則や理論の導出を可能とする点において、予想と区別される (Gyllenpalm & Wickman, 2011)。これらの指摘から、理科学習において、仮説形成が重要であると捉えられる。

仮説形成に関する研究について、例えば小林・永益 (2006) は、小学校教員志望の大学生を対象とした調査を行い、4つの過程から成るワークシートを用いることで対象となる事象の中から独立変数と従属変数を抽出でき、仮説形成とその検証計画の立案が促されることを明らかにしている。また、益田・柏木 (2013) は小学校第5学年「もののとけ方」の単元において、巨大試験管を用いた「驚くべき事象の観察」を計画することにより仮説形成が促されることを明らかにしている。これらの先行研究のように、仮説形成に関してワークシートや単元の導入といった授業計画の側面から検討がなされている。また、Park (2006) は仮説形成における思考過程に関し、6名の大学生を対象とした構造化面接による調査を行い、その一部を明らかにしている。

このように仮説形成に関してこれまでも検討はなされているものの、授業計画の側面からの検討や、「調査者の関心に基づく固定的な質問」である構造化面接を用い

た調査であることから、学習者が仮説を形成する際の、「実際の思考過程を忠実に反映できているとは言い難い」(中村・雲財・松浦, 2018)。そのため、仮説形成に関する研究の課題として、「実際の理科授業における仮説設定の思考過程を捉えられるよう改善を図る」必要性が指摘されている (中村・雲財・松浦, 2018)。このように、理科学習における仮説形成に関して、学習者が仮説を形成する際の思考の内実は更なる検討を要する部分である。

以上を踏まえ本研究では、小学校理科授業「てこの規則性」の実践を対象とした事例的分析を通じ、小学校理科授業における仮説形成の実態を明らかにすることを研究の目的とした。

2. 予想・仮説の場面における子どもの考え

2.1 仮説の種類

McComas (2013) は仮説を、「更なる証拠や科学者からの合意が得られることで法則 (law) となる考え」である「一般化仮説 (generalizing hypothesis)」と、「更なる証拠や科学者からの合意が得られることで理論 (theory) となる考え」である「説明仮説 (explanatory hypothesis)」の2種類に区別している。法則とは「ある条件のなかで成立する事象の必然的規則性」であり、理論とは「観察できる個々の事象を統一的に説明することができる考え」である (川崎・中村・雲財, 2017)。ボイルの法則を例にすれば、一定の温度条件下における気体の体積と圧力の関係を示すボイルの法則は科学の法則であり、ボイルの法則を説明する分子運動の理論が科学の理論となる。

Park (2006) は6名の大学生を対象とした構造化面接調査により、説明仮説が「論理的仮説 (theoretical hypothesis)」、「経験的仮説 (experiential hypothesis)」、「補助的仮説 (auxiliary hypothesis)」の3種類に区別できること、またそれらの形成過程を明らかにしている。

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

更に、3種類のうち論理的仮説と経験的仮説が形成されることで、科学概念への変容につながることも明らかにされている (Park.,2006)。

ここまで、先行研究に基づき予想と仮説の違い及び仮説の種類について述べてきた。以上を踏まえ、予想・仮説の場面における子どもの考えを図1として整理した。

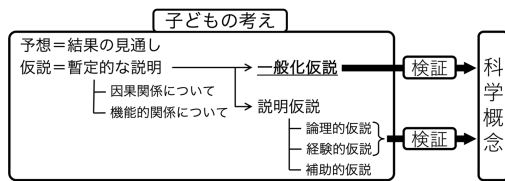


図1 予想・仮説場面における子どもの考えの関連図

先行研究に基づき、予想と仮説の違い及び仮説の種類が図1のように区別できるものの、それぞれの仮説が理科学習の中でどのように形成されていくのかは未だ明らかになっていない。以上、仮説は複数種類が存在することを踏まえ本研究では、まず一般化仮説に着目することにした。

2.2 一般化仮説の形成過程

Oldroyd (1986) は、法則を導出する際の思考として帰納的思考 (induction) を指摘している。すなわち、観察・実験で得られたデータに基づき、自然事象の中に存在する規則性についての仮説を形成し、その検証により法則が導出される。

McComas (2013) は、Oldroyd の指摘を援用し、帰納的思考を用いて法則を導出する過程を図2のように示している。「観察 (observation)」によって得られたデータの中から「規則性 (pattern)」を見出す。見出した規則性について、観察した事例範囲を超えて (beyond) 成立するものであると推論することで法則に関する「暫定的仮説 (tentative hypothesis)」が形成される。この仮説は法則へと通じ得ることから一般化仮説と捉えられる。このようにして形成された一般化仮説が検証されることで法則が導かれるのである (McComas.,2013)。

図2のように、帰納的思考により一般化仮説が形成され、その検証を通じて科学的な法則が導かれることが指摘されているものの、小学校理科授業において実際にどのように帰納的思考が行われ、仮説が形成されるかなどその具体的な検討はなされていない。

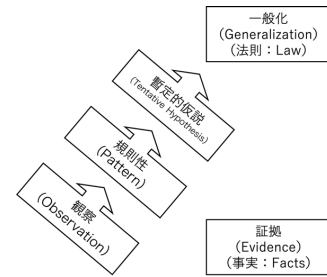


図2 帰納的思考による一般化仮説の形成過程 (McComas.,2013に基づき作成)

小学校理科授業における一般化仮説の形成過程の実態を明らかにするために、本研究では第6学年「てこの規則性」の単元を取り上げた。小学校学習指導要領解説理科編より、「てこの規則性」の学習を通じて「力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾けるはたらきが変わり、てこがつり合う時にはそれらの間に規則性があること」、また「てこの規則性を利用した道具があること」を理解することが目標の一部として記されている (文部科学省, 2017)。つまり、「てこの規則性」の単元では、てこがつり合う際の法則と、その道具への活用について理解を深めることが求められていると捉えられる。

以上を踏まえ本研究では、「てこの規則性」の学習に関して、McComas (2013) の指摘する一般化仮説の形成と検証過程を通して、てこのつり合いの法則に関する科学概念の構築および概念の活用がいかんして達成されるのかを分析した。

3. 事例的分析

3.1 調査時期

令和2年9月～11月

3.2 調査対象

東京都公立小学校第6学年28名 (本学級は36名だが、ノート及びワークシートの記述なしの8名を除いた。)

3.3 実施単元


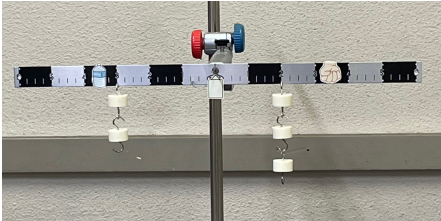
小学校第6学年 理科「てこの規則性」

3.4 授業実践の概要

本実践では、表1に示す学習内容を計18時間で実施した。

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

表1 学習内容

| 次 | 時 | 授業の概要 |
|--|------------------|---|
| 1 | 1～2 | <ul style="list-style-type: none"> 大型てこを用いて水を入れたペットボトルを持ち上げる自由試行を通じて、力点、支点、作用点の位置を変えることで手応えが変化することを体感する。 |
| 2 | 3～9 10～12 | <ul style="list-style-type: none"> 自由試行を通じて見出した力点の位置の変化に伴う手応えの変化について、数値を用いて明らかにする。【実験1】 自由試行を通じて見出した作用点の位置の変化に伴う手応えの変化について、数値を用いて明らかにする。【実験2】 |
|  <p>図3 【実験1】【実験2】で用いた実験装置</p> | | |
| 3 | 13～15 | <ul style="list-style-type: none"> てこ実験器を用いて、てこが釣り合う際に成り立つ法則を明らかにする。【実験3】 |
|  <p>図4 【実験3】で用いたてこ実験器</p> | | |
| 4 | 16～18 | <ul style="list-style-type: none"> 明らかにしたてこの規則性を踏まえ身の回りにある道具に関して、てこの仕組みが活用されている良さを見出す(活用課題)。 |

3.5 分析方法

ビデオカメラによる授業記録に基づき作成した発話プロトコル、及びワークシートやノートへの記述から、各子どもでこのつり合いの法則に対する一般化仮説の形成過程を分析した。

また、一般化仮説の検証を通して構築した科学概念の活用に関して、第4次のハサミを題材とした活用課題に対する記述や、授業中の発言を基に White (1989) の指摘を援用し分析した。

White (1989) は、理科学習に関わる子どもの知識の構成要素を、ストリング、命題、知的技能、エピソード、イメージ、運動技能に分類した(表2)。さらに、和田・森本(2010)はこれらの知識要素が相互に関連つきながら科学概念が構築されることを明らかにしている。これらの先行研究のように、White (1989) の知識要素についての指摘は、科学概念構築を分析する視点として援用されてきた。本研究では、この White (1989) の指摘を援用し、構築した科学概念に基づきどの知識要素を関連づけながら適用したのかを分析することで、概念の活用を分析した。なお、知識要素及び各知識要素間の関連についての分析は2名で行い、子どものノート記述からの知識要素がどのように関連つき適用されていたのかを評価した。評価に違いが生じた場合、協議を行った上で判断した。

表2 知識の構成要素

| 種類 | 簡単な定義 |
|-------|----------------------------|
| ストリング | 分離されずにまとまった形で記憶されている記号やことば |
| 命題 | ことばの定義 ことばの間の関連性の記述 |
| 知的技能 | 論理を用いた課題の遂行 |
| エピソード | 特定の経験あるいは目撃した事実についての記憶 |
| イメージ | 知覚情報に対する心的な表象 |
| 運動技能 | パフォーマンスによる課題の遂行 |

4. 一般化仮説の形成過程に関する結果及び考察

4.1 一般化仮説の形成過程

授業中の子どもの発言及びノート記述より、一般化仮説の形成過程は、仮説を形成するタイミングの違いにより次に示す3パターンに分類できた。(表3)

表3 3種類の仮説形成パターンとその割合

| | 実験1後 | 実験2後 | 実験3後 | 人数(割合) |
|-------|--------------|--------------|--------------|----------|
| パターン1 | 仮説を形成 | 仮説に基づき考察 | 仮説に基づき考察 | 1人(4%) |
| パターン2 | 仮説を形成できず | 仮説を形成 | 仮説に基づき考察 | 15人(54%) |
| パターン3 | 仮説を形成できず | 仮説を形成できず | 仮説を形成 | 12人(42%) |

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

(1) パターン1:【実験1】の後に仮説を形成

このパターンに該当する子どもは1名(4%)であった。以下、C1を例として一般化仮説の形成過程を説明する。

【実験1】は、第1次で行った自由試行により見出した「力点の位置の変化に伴う手応えの変化」に関して、数値を用いて調べることを目的とし、図3に示した実験装置において作用点の距離と重さを固定し、力点の距離と重さを変化させデータ収集を行った。実験後、クラス全体で実験結果のデータを共有し、表を作成した(図5)。また、図5の実験結果に基づくC1の発言を表4に示す。

図5 【実験1】の実験結果

表4 【実験1】の考察場面におけるC1の発言

| | |
|----|---|
| C1 | 重り×距離が30になっている。全体的に。全体的にっていうか、大体のところ30になっていて、作用点も30×1で30。(中略) こっち(力点)の力にも、30×1。1×30とか、1.2×25とか、1.5×20とかやってみて大体30。 |
|----|---|

表4に示した、C1の「重り×距離が30になっている」や「作用点も30×1で30」、「30×1」、「1.2×25」、「1.5×20」という発言から、C1は図5から重さと距離の積が一定となる部分に着目し、【実験1】におけるこのつり合いの規則性を見出したと捉えられる。

てこのつり合いの法則に関する【実験1】後のC1のノート記述が図6である。図6の「(前回から)」とは、前時に行った【実験1】に基づくことを示す記述である。また、「総合的な力」とは、考察場面にて学級に共有された加えた力の大きさと支点からの距離の積の値を示す名称である。

図6 てこのつり合いの法則に関するC1の記述

図6より、C1は力点側と作用点側の重さと距離の積の値に着目し、つり合いに関する仮説を形成している。つまり、【実験1】における「重さ×距離が30になっている」という規則性に関し、【実験1】の事例範囲を超えて成立するものとして「作用点の総合的な力と力点の総合的な力が同じになればつり合う」という一般化仮説を形成したと捉えられる。

以上を踏まえ、仮説形成パターン1であるC1の一般化仮説の形成過程は図7として整理できる。

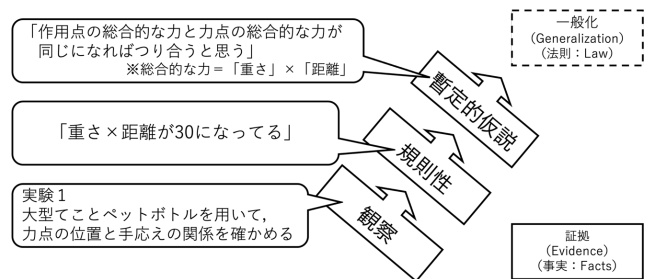


図7 C1の一般化仮説の形成過程

(2) パターン2:【実験2】の後に仮説を形成

このパターンに該当する子どもは15名(54%)であった。以下、C2を例とし、そのノート記述から一般化仮説の形成過程を説明する。

【実験2】は、第1次で行った自由試行により見出した「作用点の位置の変化に伴う手応えの変化」に関して、数値を用いて調べることを目的とし、図3に示した実験装置において作用点の重さと力点の距離を固定し、作用点の距離と力点の重さを変化させデータ収集を行った。実験後、クラスで実験結果のデータを共有し、表を作成した(図8)。考察場面のC2のノート記述を示す(図9)。

図8 【実験2】の実験結果

図9 【実験2】の考察に関するC2のノート記述

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

図9の記述より、C2は実験結果から、力点の重さと力点と支点の距離である30cmの積が作用点と支点の距離と同じ値となる規則性を見出したと捉えられる。また、「(×1kg)」という表記より、この規則性に対し作用点にぶら下げたおもりが1kgであったことを考慮し、【実験2】にて成り立つ規則性を式として記述したと考えられる。

てこのつり合いの法則に関する【実験2】後のC2のノート記述が図10である。

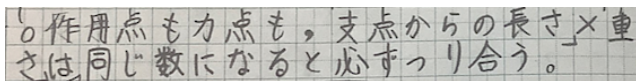


図10 てこのつり合いの法則に関するC2のノート記述

図10の記述より、【実験2】の結果から見出した規則性に基づき、【実験2】の事例範囲を超えて成立するものとして、「作用点も力点も支点からの長さ×重さは同じ数になると必ずつり合う」という一般化仮説を形成したと考えられる。

以上を踏まえ、仮説形成パターン2に該当するC2の一般化仮説の形成過程は図11として整理できる。

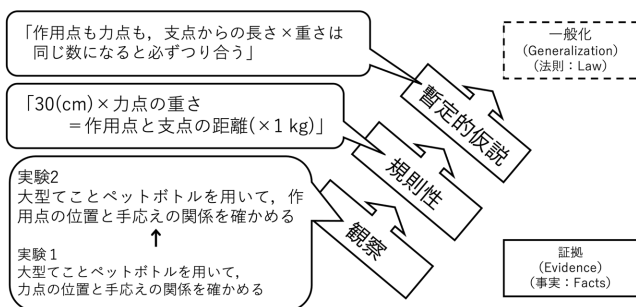


図11 C2の一般化仮説の形成過程

(3) パターン3:【実験3】の後に仮説を形成

このパターンに該当する子どもは12名(42%)であった。以下、C3を例とし、ノート記述を基に一般化仮説の形成過程を説明する。

【実験3】は、てこ実験器と1個20gの重りを用いて、てこがつり合う際に成り立つ決まりについて調べる実験である(図4)。【実験3】の実験結果及び考察に関するC3のノート記述を図12、図13に示す。

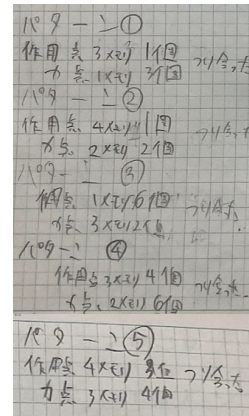


図12 【実験3】の結果に関するC3のノート記述

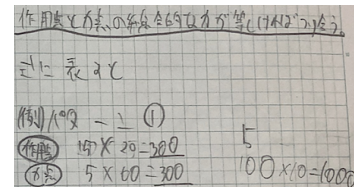


図12 【実験3】の考察に関するC3のノート記述

図12及び図13のノート記述より、C3は5つの実験結果から、「作用点と力点の総合的な力が等しければつり合う」という規則性を捉えたと考えられる。

てこのつり合いの法則に関する【実験3】後のC3のノート記述が図14である。

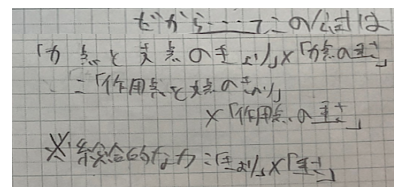


図14 てこのつり合いの法則に関するC3のノート記述

図14の「だから…てこの公式は「力点と支点のきより」×「力点の重さ」=「作用点と支点のきより」×「作用点の重さ」という記述より、実験結果から見出した規則性に基づき、【実験3】の事例範囲を超える「てこの公式」として仮説を形成したと捉えられる。

以上を踏まえ、仮説形成パターン3であるC3の一般化仮説の形成過程は図15として整理できる。

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

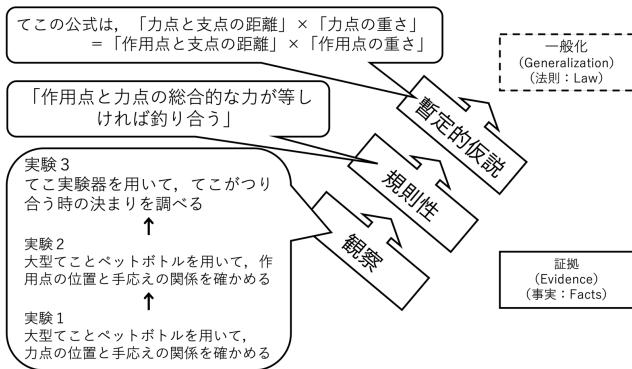


図15 C3の一般化仮説の形成過程

4.2 各実験の考察の違いによる仮説形成パターンの分岐

3つパターンの一般化仮説の形成パターンに共通して、実験結果に対し力の大きさと距離の2つの数量の積に着目することで規則性を見出し、それが実験の事例範囲を超えて成立するものと推論することでこのつり合いの法則に関する一般化仮説を形成していた。

【実験1】の考察を通じて仮説を形成できたのはC1のみであった。【実験2】、【実験3】において仮説を形成したC2およびC3の【実験1】の考察場面におけるノート記述は図16、図17の通りであった。

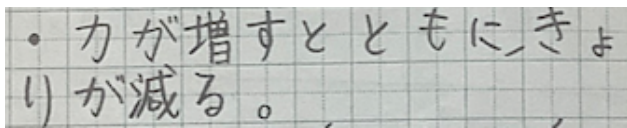


図16 【実験1】の考察場面におけるC2のノート記述

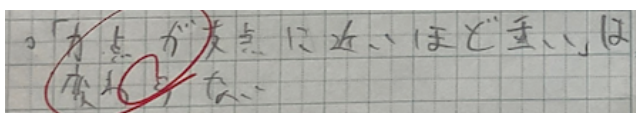


図17 【実験1】の考察場面におけるC3のノート記述

図16及び図17より、C2、C3は共に【実験1】の結果に対し、力の大きさと距離を関連づけて考えていたものの、積を取るなどの数値処理は行なっていないことが分かる。そのため、力の大きさと距離の関係に関し変化の傾向は捉えられたものの、つり合いの規則性については捉えられず一般化仮説を形成できなかったと考えられる。

C2とC3に関して、C2は【実験2】の考察を通じ一般化仮説を形成できたものの、C3は形成できなかった。これに関わり、【実験2】の考察場面におけるC3のノート記述を図18に示す。

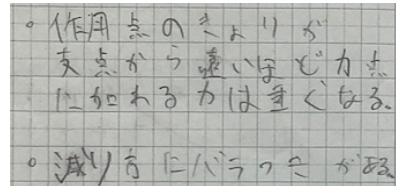


図18 【実験2】の考察場面におけるC3のノート記述

図18より、C3は【実験2】で得られた結果に対しても、距離と力の大きさを関係づけ変化の傾向は捉えている。しかしながら、2つの数量の積に対する着目はなく、てこのつり合いの規則性を捉えることはできなかったため、一般化仮説を形成できなかったと考えられる。

また、積に着目し規則性を捉えていくことに関し、C3は【実験1】の考察場面において次のように発言した(表5)。

表5 【実験1】の考察場面におけるC3の発言

| | |
|----|--|
| T | C3さんさ、なんでこれ(積に着目した意見は)決まりと言うには不十分だと思う? |
| C3 | 全部一緒じゃないと、なんか。 |
| T | 気持ち悪い? |
| C3 | はい。 |
| T | 決まりっていうのは全部一緒じゃないと気持ち悪い。 |

表5におけるC3の発言及び図18の「減り方にバラつきがある」という記述から、【実験1】及び【実験2】の結果は誤差が大きいこともあり、C3は規則性を捉えることができなかったと考えられる。これに対し、C1やC2は積が同一の値となる結果を抽出して考えることで、実験における規則性を捉えられたと考えられる。

以上のように、「てこの規則性」の単元において一般化仮説の形成に関し、考察場面において、得られた実験結果の中から2つの数量の積が同一の値を取る実験結果にいつの段階で着目できたかによって、てこのつり合いの規則性の捉えが異なっていた。これによって仮説形成パターンが3種類に分かれたと考えられる。

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

表6 各知識要素の評価指標と仮説形成パターン毎の分析結果

| 種類 | 本単元における具体例 | 各仮説形成パターンにおける分析結果 | | |
|-------|---|-------------------|---------------|---------------|
| | | パターン1 N=1 | パターン2 N=12 | パターン3 N=15 |
| ストリング | 力点、支点、作用点などの用語及び「総合的な力」など学習の文脈で共有されたことば | 1人 (100%) | 12人 (100%) | 15人 (100%) |
| 命題 | 各用語の定義及び実験により検証されたてこの規則性や性質 | 0人 (0%) | 7人 (58%) | 5人 (33%) |
| 知的技能 | てこの規則性を用いた課題の遂行 | 0人 (0%) | 1人 (8%) | 1人 (7%) |
| エピソード | てこが生かされた道具を用いた記憶 | 0人 (0%) | 7人 (58%) | 11人 (73%) |
| イメージ | 手応えや各点に加わっている力、実験器具などに関するイメージ図 | 1人 (100%) | 4人 (33%) | 6人 (40%) |
| 運動技能 | 単元内で行われた実験に基づく知識 | 1人 (100%) | 1人 (8%) | 1人 (7%) |

5. ハサミを題材とした活用課題に関する結果及び考察

5.1 各仮説形成パターン群の知識要素の関連

第4次では、身の回りにおけるてこが生かされた道具の1つとしてハサミを取り上げ、なぜハサミにてこの仕組みが生かされているのかを考えた。この課題に対し、森本(1999)のてこの事例における各知識要素に関する指摘を参考にして知識要素の評価指標を作成し、各仮説形成パターン毎の子どものノート記述に現れている各知識要素とそれらの関連を分析した。各知識要素に関し、3つの仮説形成パターン毎に適用が見られた人数とその割合を、作成した知識要素の評価指標と共に表6に示す。

パターン1に該当するC1はストリング、イメージ、運動技能を適用していた。

パターン2群は12人全員(100%)がストリングを適用していた。命題とエピソードについては、それぞれ7人(58%)と、半数以上が適用していた。イメージについては4人(33%)と、パターン2群の一部の子どもは適用していたものの、ストリング、命題、エピソードと比べその割合は低かった。知的技能、運動技能を適用した子どもはそれぞれ1人(8%)であり、ほとんど見られなかった。

パターン3群も15人全員(100%)がストリングを適用していた。エピソードを適用した子どもは11人(73%)であり、パターン3群の大半がエピソードを適用していた。命題を適用した子どもは5人(33%)、イメージを適用した子どもは6人(40%)であった。どちらもパターン3群の一部の子どもは適用していたものの、ストリング、エピソードと比べその割合は低かった。知的技能、運動技能を適用した子どもはそれぞれ1人(7%)であり、ほとんど見られなかった。

以上を基に、適用した知識要素間の関連について、パ

ターン毎に1名のノート記述を例とし分析する。

(1) 仮説形成パターン1の子ども

仮説形成パターン1に該当するC1を取り上げる。ハサミを題材とした活用課題に対するC1のノート記述が以下の図19である。また、図19に対し、表6の評価指標に基づき知識要素を分析した結果が表7である。

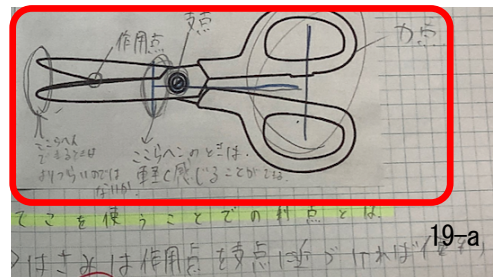


図19 活用課題に対するC1のノート記述

表7 C1が適用していた知識要素

| | |
|-------|-------------------|
| ストリング | 力点、支点、作用点、総合的な力 |
| イメージ | 力点・作用点と支点の距離を表す直線 |
| 運動技能 | 作用点が支点に近いと手応えは軽い |

図19における赤枠内の記述(19-a)にて、直線による図を用いて刃の根元で切る際、作用点と支点の距離が力点と支点の距離より短くなることを示している。また、「軽く感じるができる」という記述より、実験で得た手応えを関連づけて考えていることが分かる。従って、C1はストリング、イメージ、運動技能を関連づけながら適用し、ハサミに対して説明を行なったと考えられる。以上を踏まえ、仮説形成パターン1であるC1が適用していた各知識要素の関連は、図20として整理できる。

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

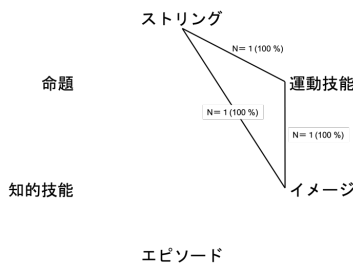


図20 仮説形成パターン1群の知識要素の関連

(2) 仮説形成パターン2の子ども

仮説形成パターン2に該当する子どもとしてC2を取り上げる。ハサミを題材とした活用課題に対するC2のノート記述が図21である。これに関し、表6の評価指標に基づき知識要素を分析した結果が表8である。

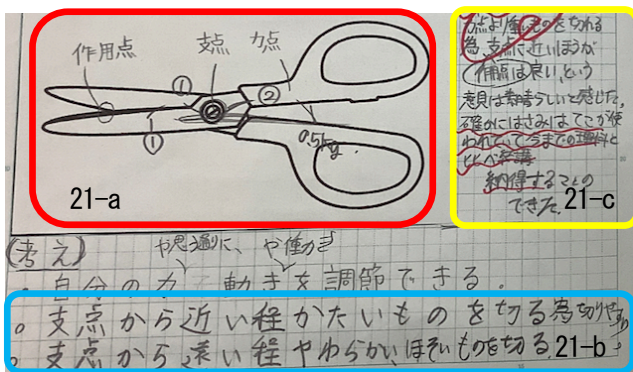


図21 活用課題に対するC2のノート記述

表8 C2が適用していた知識要素

| | |
|---------|---|
| istring | 力点, 支点, 作用点 |
| 命題 | 作用点に近い場合, 力点にぶら下げたおもりよりも重いものをぶら下げることができる。 |
| 知的技能 | 数値の処理による課題の遂行 |
| エピソード | ハサミは刃の根元で硬いもの, 先端で柔らかいものや細いものを切る |

赤枠内の記述(21-a)にて、作用点に加わる重さより力点に必要な重さが軽いことを数値を用いて明らかにしている。このことから、istringと知的技能が関連づいていたと考えられる。また、青枠内の記述(21-b)より、支点の距離とこれまでハサミを用いた経験を関連づけた記述が見られた。つまり、istringとエピソードが関連づいていたと考えられる。さらに、黄色枠内の記述(21-c)より、赤枠内(21-a)で算出した力点に必要な力の大きさや、青枠内(21-b)の記述にある「支点に近

い程固いものを切る」ことに対し、てこの性質を関連付け、ハサミにてこが使われている良さを捉えていることが分かる。つまり、各点の名称であるistring、数値による処理である知的技能、ハサミを用いた経験であるエピソード、およびこの性質である命題が関連づいていたと考えられる。

以上を踏まえ、C2が適用していた各知識要素の関連は図22として整理できる。

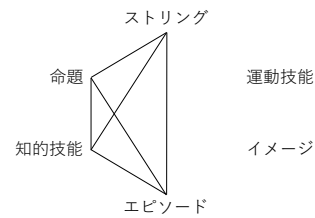


図22 C2が適用していた知識要素の関連

仮説形成パターン2に該当する他の14名の子どもに関しても同様に適用していた知識要素と各知識要素間の関連について分析を行った。15名の分析結果に基づき、仮説形成パターン2群の子どもが適用していた知識要素の関連を図23として整理した。

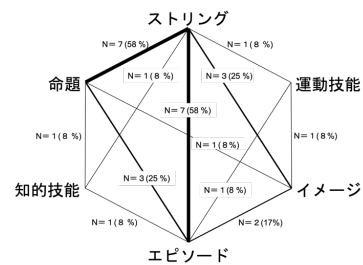


図23 仮説形成パターン2群の知識要素の関連 (N=15)

(3) 仮説形成パターン3の子ども

仮説形成パターン3に該当する子どもとしてC3を取り上げる。ハサミを題材とした活用課題に対するC3のノート記述が図24である。これに関し、表6評価指標を参照して知識要素を分析した結果が次の表9である。

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

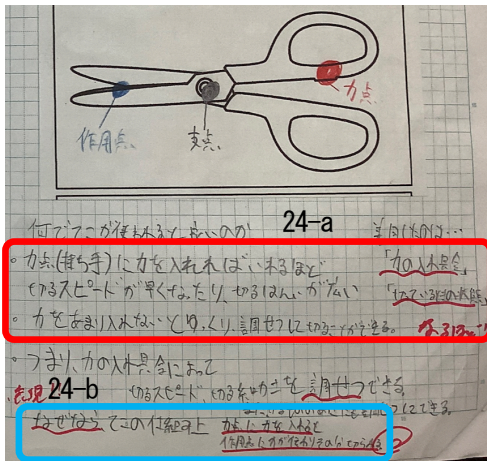


図24 活用課題に対するC3のノート記述

表9 C3が適用していた知識要素

| | |
|-------|------------------|
| ストリング | 力点, 支点, 作用点 |
| 命題 | 力点に加えた力が作用点に伝わる |
| エピソード | ハサミは力を入れるほど早く切れる |

図24の赤枠内の記述(24-a)より、C3は力点に着目し、ハサミを用いた経験に基づき考えていたことが分かる。つまり、ストリングとエピソードが関連づいてたと考えられる。また青枠内(24-b)の記述から、てこの性質を根拠として赤枠内(24-a)の考えを形成したことが分かる。つまり、ストリングとエピソードの関連に対し、命題が関連づいていたと考えられる。

以上を踏まえ、C3が適用していた各知識要素の関連は図25として整理できる。

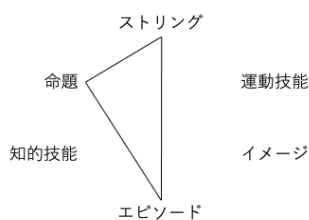


図25 C3が適用していた知識要素の関連

仮説形成パターン3に該当する他の11名の子どもに関しても適用していた知識要素と各知識要素間の関連について分析を行った。12名の分析結果に基づき、仮説形成パターン3群の子どもが適用していた知識要素の関連を図26として整理した。

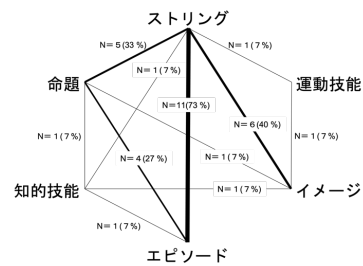


図26 仮説形成パターン3群の知識要素の関連 (N=12)

5.2 一般化仮説の形成過程と知識要素の関連

これまで述べてきた3パターンに区別された一般化仮説の形成過程を踏まえ、各群の活用課題に現れた各知識要素間の関連について考察していく。

図24よりパターン2群の半数以上がストリングに対し命題とエピソードを関連づけ適用していたことが分かる。つまり、これまでハサミを用いた経験に対し、学習を通じて明らかにしたてこの規則性や性質を適用して考えていたと捉えられる。

一方、図26よりパターン3群では、ストリングに対しエピソードを関連づけて適用していた子どもが大半である。また、ストリングに対し単元内で行なった実験の様子を図で示したイメージを関連づけていた子ども半数近くいた。このことから、パターン3群の子どもは学習により明らかにしたてこの規則性や性質ではなく、ハサミを用いた経験や実験などの経験を想起し考えていたと考えられる。

上記のように、パターン2群はパターン3群と比べ、命題を適用してハサミに対する説明を行っていた割合が高かった。これに関し、仮説形成パターンの違いを踏まえ考察する。図27はパターン2に該当するC2の【実験3】の考察場面におけるノート記述である。

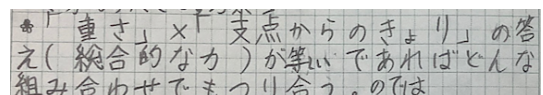


図27 【実験3】の考察場面におけるC2のノート記述

図27より、【実験2】の後に一般化仮説を形成したC2は、その後の【実験3】で得た結果に対し、形成した仮説に基づいて考察していたことが分かる。つまり、仮説形成パターン2群の子どもは、単元におけるより早い段階で、てこのつり合いについての仮説を形成し、その後の実験ではその仮説を適用し分析・考察を行なった。これにより、仮説の検証を通じて構築された「てこの規則

小学校第6学年「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成過程に関する研究

性や性質に関する知識」を適用できた割合が高くなったと考えられる。

以上より、「てこの規則性」の学習において単元のより早い段階で力の大きさと距離の積に着目し一般化仮説を形成できたことが、てこの法則に関する科学概念を活用する能力の育成に寄与したと考えられる。

なお、このように考えるとより早い段階で仮説を形成し、その後仮説を適用して分析・考察を行なったパターン1群の子どもはパターン2群の子どもよりも高い割合で構築した科学概念を適用できることが考えられるが、本研究でパターン1群に該当する子どもは1名であり、明確な傾向は得られなかった。今後、より多くの実践による調査を重ねる必要がある。

6. まとめ

本研究では、一般化仮説の形成過程を明らかにすることを目的とし、小学校第6学年「てこの規則性」の事例的分析を行なった。その結果として、以下の諸点が明らかとなった。

- (1) 分析対象とした実践において、一般化仮説の形成過程は3パターンに分類できた。
- (2) 「てこの規則性」の単元における一般化仮説の形成に関し、実験後の考察場面において、実験結果から力の大きさと距離の積にいつの段階で着目し、その実験における規則性を捉えられたかにより仮説形成パターンが分岐することが明らかとなった。
- (3) 仮説形成パターンの違いにより、活用課題に対して適用した知識要素の関連に差が生じた。これに関し、より早い段階で仮説を形成することで、検証を通じて構築した科学概念を活用する能力が育成されることが示唆された。

なお、本研究は、一般化仮説と説明仮説に大別される仮説の中から一般化仮説に焦点を当て、小学校理科の一事例の分析を通じ、その形成過程を調査したものに過ぎない。理科授業における仮説形成の過程を明らかにするためには、説明仮説に関しても扱うと共に、より多くの実践による調査を重ねる必要があると考えている。これは今後の課題としたい。

引用・参考文献

- Gyllenpaln. J., Wickman, P. O., (2011),
The using of the term hypothesis and inquiry
emphasis confliction in science teacher education,
International Journal of Science Education, Vol.33,
No.14.
- 川崎・中村・雲財 (2017), 「理論」の構築過程に基づく
小学校理科学習指導に関する研究-粒子領域固有の認
識方法の獲得と人間性の育成に着目して-, 『日本教
科教育学会誌』, Vol.40, No. 3.
- 小林・永益 (2006), 「社会的ニーズとしての科学的素養
のある小学校教員養成のための課題と展望-小学校教
員志望学生の子どもの頃の理科学習に関する実態に基
づく仮説設定のための指導法の開発と評価-,
『科学教育研究』, Vol.30, No. 3
- Lawson, A. E., (2001), Using the learning cycle to
teach biology concepts and reasoning patterns.
Journal of Biological Education, Vol.35, No.35.
- 益田・柏木 (2013), 「論理的推論に基づく仮説形成を図
る教授方略に関する実証的研究」, 『理科教育学研究』
Vol.54, No. 1
- McComas, W. F., (2002), The principal of the nature
of science: Dispelling the myths
- McComas, W. F., (2013), *The language of science
education*, Sense Pub.
- 文部科学省 (2017), 『小学校学習指導要領解説 (平成 29
年度告示) 理科編』, 東洋館出版.
- 森本 (1999), 『子どもの学びにそくした理科授業のデザ
イン』, 東洋館出版, pp10-17
- 中村・雲財・松浦 (2018), 「理科の問題解決における仮
説設定の研究動向」, 『理科教育学研究』, Vol.59, No.2
- Park. J., (2006), Modelling analysis of student's
process of generating scientific explanatory
hypothesis, *International Journal of Science
Education*, Vol.28, No. 5
- 和田・森本 (2010), 「子どもの科学概念構築における表
象の変換過程の分析とその教授論的展開に関する研究
—高等学校 化学「化学反応と熱」の単元を事例に—」,
『理科教育学研究』, Vol.51, No.1, pp117-127
- White, R. T., (1988), *Learning Science*,
Basil Blackwell.