

# 仮説設定演習導入の経緯と効果の検証

研究部 戸部 孝綱

## I 「課題研究」の課題

### 1 「課題研究」と「自由研究」

農業高校生の「課題研究」を指導している中で課題に感じていることは、研究の「結果」まで到達できない生徒が現れるということだ。予測した結果と異なる結果になってしまったのならば、それは研究ではままたあることであるが、結果が得られないというのは、例えば水のやり忘れや、病害虫防除ができていないなどの実験での操作をコントロールしきれていないことと、目的が先行しているために操作方法や実験方法の検討が未熟であるということである。

例えば四角いメロンを作りたいという目的があつて、果実の成長途中で四角い箱に入れれば四角くなるはずだという想定のもと、研究を開始するわけであるが、四角いメロンを作るためには箱に入れるタイミング、箱の素材、設置方法等を検討しなくてはならない。またそれと同時に、かん水、施肥、病害虫防除など栽培技術も必要となる。通常の研究であればこれらの検討項目を数年かけて試行錯誤しながら完成度の高いものにしていくわけで、1年間の「課題研究」の中で結果が満足できるものになるわけではない。だからこそ先行研究を調べ、実験方法を検討していくわけだが、結果が得られない要因の一つとして「課題研究」が「自由研究」化しているということが考えられる。

「自由研究」とは理科や社会科の一環として小学校の夏休みで広く行われている学習形態で、磯田<sup>1)</sup>は、「自学主義に基づく学習方法の改革の一形態で、児童生徒に任意の題材を選択させてその個性・興味・能力に応じた学習の展開を企図するもの」と定義している。清水<sup>2)</sup>によれば、「昭和6年の『中等学校令施行規則』には教育課程上『自由研究』の時間が設けられたが、昭和24年には各教科内でその目的が果たせるようになったとの考えから廃止された。しかし平成10年告示の学習指導要領に新設された『総合的な学習の時間』には、児童生徒の主体的・問題解決的な学習活動を重視した授業が展開されている」とされている。海野<sup>3)</sup>らは児童にとっての自由研究について、「一般に、児童は自分の感情に忠実で、自由研究を行う過程で、段階的に意欲が低下してくることは、しばしば見受けられる。計画が順調に進まなかったり、継続観察・観測で大きい変化が見られなかったりすると、断続的になり、そのうちに挫折することも多い。このような児童の現状を変え、本来の自由研究の意義を達成させるためには、教師の働きかけが極めて重要になる」と述べている。

「研究」と「自由研究」の違いについて興味深い指摘もある。『13歳からの研究倫理』の著者である大橋<sup>4)</sup>は、「自由研究は興味・関心のあるテーマについて個別に考えを深める閉じた活動です。自由研究は、自分の興味・関心がどこから来るのかを問われることはありませんし、それについてどのようなことがわかっているのかを知る必要もありません。」さらに、「閉じた活動では、勉強と同様に効率良く『正解』を求める方法を追い求めるようになります。しかし、答えを得ることが研究ではないのです。答えを得るための方法を見つけることが研究なのです。自由研究の誤誘導によって、研究の最も大事な部分が伝わっていないのではないかと危惧しています。」と述べて

いる。すなわち総合的な学習の時間を経験した高校生が「課題研究」を行おうとするとき、教員のより良い働きかけがない場合、自分の興味・関心に従って、先行研究を調べることや実験・観察方法の検討をすることなく、地道な管理や観察をせずに、徐々に意欲が低下し安易に本やインターネットから正解を得てしまいがちになることが往々にしてあるということになる。

今、農業分野で何が問題になっているのか、どうしたらよりよくなるのかという課題意識からスタートするのではなく、「課題研究」をこなすことが目的になっているのではないだろうか。先の四角いメロンを例に挙げれば、四角いメロンが今の農業生産の分野でどう役立つのかではなく、課題研究をするための手段として四角いメロンを選択したということになってはいないだろうか。

### 3 学習指導要領中の「仮説」の取り扱い

次に学習指導要領の中で、「仮説」と「課題」の扱い方を見ることで、農業科教育が何に重きを置いているか検討を試みる。

表1は、高等学校の理科、農業、工業の学習指導要領解説<sup>5)</sup>での「仮説」と「課題」という単語の出現数を比較したものである。

**表1 高等学校学習指導要領解説での「仮説」と「課題」出現数**

	本文の 頁数	「仮説」 の出現			「課題」 の出現数					
		数	1頁当 たりの 出現率 【%】	「仮説の 設定」の 出現数	「仮説を 設定」の 出現数	1頁当 たりの 出現率 【%】	「課題 の」の 出現数	「課題 を」の 出現数	1頁当 たりの 出現 率【%】	
理科編 平成21年 7月	131	50	38	48	0	179	137	84	38	29
理科編 理数編 平成30年 7月	255	59	23	35	17	224	88	45	89	35
農業編 平成22年 10月	162	3	1.9	0	3	243	150	28	50	31
農業編 平成30年 7月	270	28	10.4	0	28	726	269	57	313	116
工業編 平成30年 7月	386	1	0.3	0	1	534	138	30	415	108

理科では、情報の収集、実験の計画、実験による検証、分析・解釈等と併せて、探究の方法の一つとして「仮説の設定」が提示されており、科学的に探究する能力と態度を育成できるようにすることがねらいとなっているように見受けられる。

これに対し、農業科ではプロジェクトの計画を立案する前段階として「仮説を設定」という記述があり、設定した課題の解決に向けて、プロジェクトを進めるにあたっての主体的な学習活動を展開するための方法論としての取り扱いとなっているように見受けられ、理科、農業科それぞれ仮説の取り扱いについて特色があることがわかる。さらに非常に興味深いことだが農業科の「課題研究」の頁には「仮説」についての記述がない。

仮説、課題の1頁当たりの出現率についても特徴的な違いが見受けられる。まず仮説については理科ではH21⇒H30で4割減になっているが、農業ではH22⇒H30で約5倍に増えている。しかし言葉のニュアンスとしては、理科では「仮説の設定」という研究の一過程として仮説を用いているのに対し、農業では「仮説を設定」という用い方が目立つ。農業では設定する行為に重点を置いている印象を受ける。

次に「課題」の出現率については、理科は約3.5割減、農業は約1.8倍に増えている。さらに「課題を」という表記については1頁当たりの出現率はH30年の理科では35%であるのに対し、農業では116%、工業では108%となっている。

この結果から想定できることは、理科では学習方略として課題の解決方法や、仮説の設定方法を学習するのに対し、農業や工業については仮説の設定方法の学習に比べ、「課題」を解決することが日本の産業構造上喫緊の課題となっており、実際に即した課題解決能力の醸成を目指していることが想定される。

#### 4 仮説設定の重要性

森<sup>6)</sup>は、仮説設定について、自然の探究活動をさせる際に重視されなければならない、創造性の最も重要な過程であること。さらに設定段階では教員の助言や指導の必要性があると述べている。

小林<sup>7)</sup>によれば、科学的問題解決は、「『仮説形成』、『観察・実験の計画の遂行』、『証拠の評価』の3つの過程から成り、各過程で『領域固有』と『領域一般』の知識を必要とする。」としている。「領域固有」と「領域一般」の知識を概略すると、「領域固有知識」は解決すべき問題に関する専門知識、「領域一般知識」とは、それ以外の知識ということである。さらに科学的問題解決が失敗する理由として、「『仮説評価活動』が不十分である。」ことを挙げている。仮説評価活動とは、証拠から仮説を保持したり棄却したりすることをさすが、不十分である原因として領域一般知識の欠如をあげている。さらに小林は小中学生の科学的問題解決の実態を調査し、科学的問題解決を扱う学習活動において教師は仮説形成の有効性は認めつつも、限られた授業時間の中で仮説形成を教える優先順位は低くなっていることを明らかにした。そこで仮説評価活動の一連の知識（証拠収集の計画、予測、結果の観察、結果の考察）を「仮説評価スキーマ」と呼び、仮説評価スキーマを教示することの有効性を検討したところ、仮説評価活動の生起率が高められる結果となった。さらに仮説評価スキーマを教示した中で、共同で科学的問題解決に取り組ませることによって正解に至りやすくなることも明らかにした。

すなわち、仮説評価を行うには幅広い知識を持つことが必要であるが、学習段階や発達段階により知識の習得に個人差がある。そこで学習方略の一手段として、仮説設定を含めた構造化された手順を身に付けさせることによって、科学的に問題解決できる力を醸成することができると考えられる。

永益<sup>8)</sup>らは「科学的探究においてのその出発点は、生徒自らが自然の事物・現象から問題を見出す活動であり、経験をもとに、問題を検証可能な問題に定式化する活動（仮説設定）への転換が行われ、観察・実験計画を立案する活動へと繋がっていく」と述べている（傍線部筆者）。

ここで言う、経験には知識を獲得することだけでなく、仮説設定に至る思考方略を獲得することも含まれると考える。

すなわち、多くの先行研究で述べられている通り、観察・実験の計画（すなわち“答えを得るための方法”でもあり、“証拠収集の計画”でもある）を立てるためには、先に仮説の設定が必要であり、指導者の指導助言が重要であるということになる。

## 5 4Q Sワークシート

中学校・高等学校の理科教員の「仮説設定のための思考を支援するための指導方法を確立したい」という願いから小林<sup>8)</sup>らが開発したものが「4Q Sの考え方に基づくワークシート」である。

元となっているのはアメリカのCothron、j.h.らの“Science Experiments and Projects for Students”に著されていた“The Four Question Strategy”の考えで、グループで討論しながら独立変数、従属変数を洗い出したり、変数の測定方法を検討したりして仮説を設定するものである。これを改良して開発されたワークシートである。

このワークシートの特徴を端的に言えば、抽出された従属変数や独立変数を組み合わせれば、「・・（独立変数の変化）・・すれば、結果は・・（従属変数の変化）・・のようになる。」という作業仮説を導き出せることである。さらに観察・実験計画は抽出した独立変数を操作することであり、測定項目は数量化した従属変数となるので、研究の設計図としての役割を果たすことが可能となる作りとなっている。

## II 研究の目的

「課題研究」を学習させるうえで課題となることをまとめると、専門知識および教養的知識の習得。教師の指導助言の強化。課題解決への積極的な態度を養うとともに、科学的問題解決の方略として仮説の設定の段階を身に付けさせる必要がある。本校でのプロジェクト学習の充実にあたり、仮説設定に焦点をあて、その能力の向上を目的とした。

## III 研究の方法

2学期、園芸科1年「農業と環境」にて指導案【別紙1】に示す仮説設定演習を行い、理解度を生徒自身がFormsにて自己評価する。2学期末考査にて従属変数の抽出及び仮説設定問題【別紙2】を出題し、正答率を分析する。

## IV 結果と考察

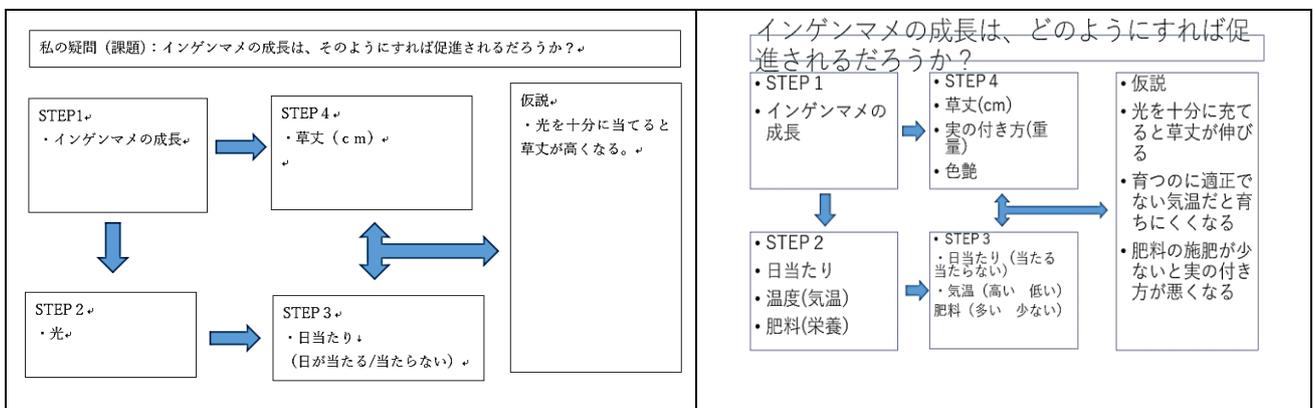


図1 演習1回目の生徒の記載例 (左：見本 右：生徒)

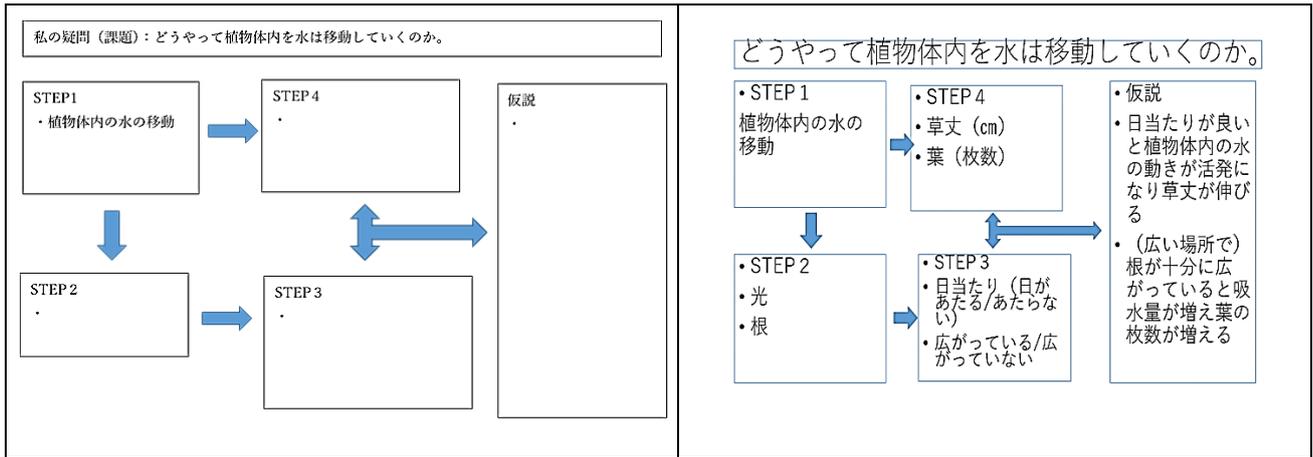


図2 演習2回目の生徒の記載例(左:見本 右:生徒)

表2 4QSワークシートを活用した仮説設定の授業後(2回目)の生徒の自己評価

区分	到達度	質問項目	回答%
協力・協調	低	話し合いや、操作の助け合いがあまり出来なかった。	5
	中	お互い助け合って入力したり、話し合いをしたりすることができた。	78
	高	リーダーシップを発揮し、お互いの意見を公平に聞き、まとめることができた。入力や操作の役割分担をうまく割り振ることができた。	17
学びと技術の定着	低	タブレット操作技術や4QSワークシートの入力に前回の経験が生かされなかった。	5
	中	前回の経験を活かし、タブレット操作やワークシートへの入力が円滑にできた。	56
	高	前回よりもタブレット操作やワークシートへの入力をスムーズに行うことができ、かつメンバーにやり方をアドバイスすることができた。	39
今日の授業の理解	低	仮説設定や実験方法のデザインを行うことの意味がよくわからなかった。	6
	中	STEP3とSTEP4の記述を生かして仮説設定ができた。実証可能な実験方法をデザインできた。	83
	高	従属変数の数量化ができ、かつ実験手順にその数量化を計測する工程を含めることができた。	11

演習1回目では、私の疑問(課題)とSTEP1は固定として、見本としてSTEP2からSTEP4および仮説の例を示したところ、順調に独立変数が想起されて複数考えを記入することができた(図1)。演習2回目は、私の疑問(課題)とSTEP1は固定であることのみ提示したが、ワークシートに複数の考えを記入することができ(図2)、少数回でも熟達度が見られたことから、規則的なワークシートの構造によって考え方に慣れてくることが考えられる。

授業後の自己評価(表2)では、「学びと技術の定着」および「今日の授業の理解度」で、到達度中高合わせてそれぞれ95%、94%と高く、二十日以内の演習の繰り返しにより熟達度が増すと考えられる。

表3 考查の模範解答

		農業的要因	生物的要因	人的社会的要因
1	STEP 2	単一作物の大規模な畑 牧草地 草刈り 集中的な畜産 耕作放棄地 肥料	鳥 大型哺乳類 頂点捕食者 大型草食動物 リンドウ アリ	農村部の過疎化 土地所有者との関係
	STEP 3	畑、牧草地の面積 (広い/狭い) 草刈りの頻度 (多い/少ない) 家畜の飼育頭数 (多い/少ない) 耕作放棄地の面積 (広い/狭い) 施肥の量、回数 (多い/少ない)	それぞれの生息数	農村部の人口 (多い/少ない) 土地所有者との信頼関係 (深い/浅い)
2	農業的要因	草刈りの頻度が多いとチョウの生息数が少なくなる。		
	生物的要因	大型草食動物が増えればチョウの生息数が多くなる。		
	人的社会的要因	土地所有者との信頼関係が深まればチョウの生息数が多くなる。		
3	農薬や肥料を用い、広大な土地に単一の作物を栽培する。			

表4 考查の正答率【%】

		農業的要因	生物的要因	人的社会的要因
1	STEP 2	80	32.4	9.86
	STEP 3	43.7	21.1	9.86
2	農業的要因	29.6		
	生物的要因	11.3		
	人的社会的要因	4.23		
3		77.5		

考查の結果（表4）は、問題文中から農業的要因の独立変数を抽出することは80%と高率であったが、その変化のさせかたについては43.7%と正答率が低下する。さらに人的社会的要因の独立変数を抽出するのは9.86%と極端に低下する。

仮説設定については、独立変数が比較的良好に抽出できた農業的要因であっても正答率が29.6%と低率であり、そもそもの課題であるチョウの生息数以外の、動物の数や牧草地の広さを従属変数として仮説設定する生徒が多く見受けられた。

正答率が低かったのは、授業時の独立変数の抽出は理科の既習の事実から想定しやすかったのに対し、考查の問題文から独立変数を抽出するのは未習事項が多かったことと、カテゴリー分けの基準が分かりづらかったのが原因と考える。特に人的社会的要因は出題者の主観によるところも多

く、何を人的社会的とするか基準を示していないので、カテゴリーを例示して出題する工夫が必要である。

仮説設定にあたっては、独立変数の変化（STEP 3）と従属変数の数量化（STEP 4）に挙げた言葉を用いるルールを授業時には示し、良好な解答であったが、考査時には正答率が低下してしまった。原因として問題文中の主題を読取れなかった読解力不足と、授業時の演習から考査までひと月の期間あいたため、記憶が薄れてしまったことと、自宅で学習できるテキストがなく復習の仕方がわからなかったことが考えられる。

## V 今後の課題

タブレット端末を用いて4Q Sワークシートを用いた演習をグループワークで行うことは、即効的に仮説設定の方法を身に付けさせるには有効である。ただし方略として定着させるには2回の演習だけでは足りないと考える。今後「農業と環境」だけではなく、理科、社会科等でも4Q Sを取り入れた学習を横断的に実践していくことが必要であるし、観察・実験計画は独立変数の操作ができるよう、実験方法のデザインをしていく力も身に付けさせる必要がある。

もちろん「課題研究」をより高度化させていくためには、農業に関する知識・技能の習得や、なんといいても社会との接点を持たせ、課題意識や社会貢献の意識を醸成していくことが必要だと思う。そのためにも生徒への教員の指導助言と共に、教員自身が課題意識を持って課題解決に取り組んでいる姿勢を生徒に見せる必要があるのではないだろうか。

## 引用・参考文献

- 1) 磯田一雄 (1978) 「自由研究」、教育学大辞典 第3巻、第一法規出版、308-310.
- 2) 清水希益 (2014) 「自由研究」、第3版 学校教育辞典、教育出版株式会社、411
- 3) 海野桃子、安藤秀俊 (2007) 「理科の自由研究の系譜と附属小学校における児童の意識」、日本科学教育学会研究会研究報告 22巻1号、99-102.
- 4) 大橋淳史 (2018) 「研究と自由研究との本質的な違い」。  
<https://note.com/jrdoctor/n/n39985c06fb50>
- 5) 高等学校学習指導要領解説理科編 平成21年7月  
高等学校学習指導要領解説理科編 理数編平成30年7月（令和3年8月一部改訂）  
高等学校学習指導要領解説農業編 平成22年10月  
高等学校学習指導要領解説農業編 平成30年7月  
高等学校学習指導要領解説工業編 平成30年7月
- 6) 森 一夫（編）（2003）「21世紀の理科教育」、p. 36、学文社.
- 7) 小林寛子 (2013) 「科学的問題解決における仮説評価活動および概念形成活動を促す指導法の検討」、東京大学教育学研究科総合教育科学専攻学位論文
- 8) 小林辰至、永益泰彦 (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」、科学教育研究 Vol. 30 No. 3.