

中学校理科におけるプロセス・スキルの育成を目指したカリキュラム開発 —生命領域における「分類」と「観察」を中心とした教材開発—

大鹿研究室

谷川 夢子

【要約】

本研究では、中学校理科において「分類」及び「観察」に関するプロセス・スキルの育成に焦点を当て、探究能力の向上を目指したカリキュラムの開発を行い、授業実践を通してその有効性を検討した。先行研究によって明らかとなったプロセス・スキル指導の実態及び学習内容との関連を含めてスキルの検討を行い、「分類のスキル育成に関する授業」、「観察のスキル育成に関する授業」を開発した。「分類」においては「生物カードの分類活動」を開発し、分類のプロセスや基準によって結果が変わることなどの分類の仕方の基礎を理解させることができた。また、今年度から開始された移行措置における活用方法の検討を行い、その有効性が確認できた。「観察」においては「ヒマワリの種子の同定活動」を開発し、五感で知覚することへの理解や同定の精度を高める情報について見いださせることができた。以上より、本カリキュラムはプロセス・スキルの育成に関しての有効性は認められたが、今後は探究能力との関連についての評価を行い、探究能力の向上に関しての有効性を確認する必要があると考える。

1 研究の背景と目的

平成 29 年の学習指導要領の改訂では、理科において育成を目指す資質・能力が明確化され、探究の過程を通じた学習活動の一層の充実が示された¹⁾。

我が国のこれまでの理科教育は戦後から諸外国の影響を強く受けており、生活単元学習に始まり昭和 33 年の系統学習、そして現代化運動を受けた昭和 44 年には探究学習へと変化してきた。探究学習について小林は、「約 40 年の時を経て、理科における『探究の過程』の重要性に変わりはなく、探究の過程を通じた資質・能力の育成は不易の課題」とその重要性を述べている²⁾。

アメリカで起きた教育の現代化運動において我が国の理科教育に大きな影響を与えたもののひとつに、全米科学振興協会 (AAAS) による SAPA (Science - A Process Approach) がある。プロセス・スキルの習得により探究能力の育成を図ることを目的として開発され、この考えは日本の昭和 44 年改訂学習指導要領に探究の技能として示された。松浦はプロセス・スキルについて「科学的に探究を行っていく過程で必要となる要素をその定義(意味)と共に明確にすることで、科学の方法の獲得に繋がると考えられる」と述べており、プロセス・スキルが探究能力の育成に有効で

あることが示唆されている³⁾。SAPA の他にも Rezba et.al.による「Science Process Skills」等様々なプロセス・スキルが存在しており、日本の理科教育に即した「探究の技能」も開発され、その重要性の高まりを認識できる^{4,5)}。これらから、日本の理科教育において重要視されている探究能力に関して、探究の過程で活用されるプロセス・スキルを習得させることによってその育成を図ることができると考えた。

そこで本研究では、新学習指導要領下の中学校理科における、プロセス・スキルの育成を目指したカリキュラムの開発及びその検討を行うことを目的とした。

2 育成を目指すプロセス・スキルの検討

プロセス・スキルについて、アメリカの教師用指導書である Learning and Assessing Science Process Skills (LASPS) では全てのスキルを建物モデルで表現している(図 1)。建物の土台にあたる①観察、②伝達、③分類、④測定、⑤推論、⑥予測は「基礎的プロセス・スキル」、⑦データ表の作成、⑧変数の同定、⑨操作的な変数定義、⑩データの取得と処理、⑪仮説設定、⑫グラフの作成、⑬変数間の記述、⑭実験の分析、⑮探究の計画、⑯実験は「統合的プロセス・スキル」

として位置付けられている。

実験		
探究の計画		実験の分析
仮説設定	データの 取得と処理	変数間の記述
		グラフの作成
		操作的な 変数定義
		変数の同定
		データ表の作成
予測		測定
推論		分類
観察		
伝達		

図1 プロセス・スキルの体系

Rezba et. al. (2007 p.5)より引用

カリキュラムの開発に伴い、プロセス・スキルの内いくつかのスキルに焦点を当てることとした。そこで、①探究の過程に活用する技能とプロセス・スキルとの関連、②中学校理科におけるプロセス・スキル育成の実態の2点を調査した。①については平成28年の中央教育審議会答申を中心として、②については吉山・小林(2011)、今田・小林(2004)から知見を得て、次期学習指導要領で示された学習内容との関連を含めて扱うスキルの検討を行った^{6~8)}。

その結果、「知識・技能」及び「思考力・判断力・表現力等」の観点に関連する資質・能力との関連が強いこと、探究の過程(課題の把握、課題の探究、課題の解決)のどの場面においても資質・能力の育成に関わるスキルの存在が明らかとなった。また、中学校理科における実態に関しては、教科書に掲載されている観察・実験等に含まれるプロセス・スキルの傾向から、どのスキルも中学校理科において活用されていることがわかった。さらに、基礎的プロセス・スキルを活用する場面が多く存在していることから、中学校理科でも基礎的プロセス・スキルの育成が必要だと考えられる。プロセス・スキルの指導についての教員の意識調査からは、他の能力と比べて分類に関する能力に力を入れて指導していると答えた割合が最も低いこと、ほとんどの能力に関して生徒への定着を感じられていないことが明らかとなった。

以上を踏まえ、本研究では「分類」及び「観察」のスキルに焦点を当てることとした。

3 カリキュラムの開発

プロセス・スキルの検討を受け、新学習指導要領下の中学校理科における「分類」及び「観察」のスキルの育成に焦点を当てて「探究能力の向上を目指した分類及び観察に関するスキルの育成」を目指したカリキュラムを開発した(図2)。

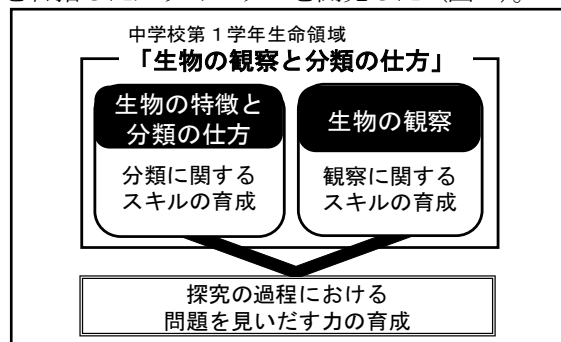


図2 開発したカリキュラムの概要

カリキュラムの開発にあたり、LASPSを参考にしてそれぞれのスキルの習得のための知見を得た。さらに開発の視点として、それぞれのプロセス・スキルの習得と、対象とする学習単元の「生物の観察と分類の仕方」における学習のねらいの達成を意識してカリキュラムを開発した。

授業①では「分類」に関するスキルの育成を目指し、「分類とは何か」といった分類の本質を理解させる授業を設定した。ここでは分類活動を基盤として、「提示された素材をどのように仲間分けするか」を考える授業を行い、分類するプロセスの確認、分類結果の比較から基準によって結果が変化することを理解させることとした。さらに、それらを踏まえた上で、分類結果の妥当性の視点から、観点の選出や基準の設定が妥当かどうかを考えさせることとした。

授業②では「観察」に関するスキルの育成を目指し、「観察とは何か」「観察のスキルによって何ができるようになるか」という観察の本質を理解させる授業を設定した。ここでは生物の観察を基盤として、「生物の同定に必要な情報」について考える授業を行い、観察とは五感を使って知覚することや、観察記録の必要性及びその情報の特徴について理解させることとした。

以上のように、中学校第1学年生命領域「生物の観察と分類の仕方」において、観察と分類の2つの側面からスキルの育成を図ることで、探究能

力を向上させることができると考えた。尚、中学校理科の始まりの単元での学習であることから、探究能力として「問題を見いだす力」に焦点を当てることとした。カリキュラムの開発に伴い、必要となる教材として「分類スキルに関する教材」及び「観察スキルに関する教材」を開発した。

4 分類スキルの育成に関する教材の開発と評価

分類に関する教材の開発にあたり、学習指導要領による指導例を参考にして授業展開と分類する素材の検討を行った。その結果を受けて教材の作製を行い、中学生を対象にした授業実践によりその有効性を検討した。

(1) 授業展開及び素材の検討

分類について学習する教材として、筆記用具及び2種の生物カードを用いた分類活動を開発し、知立市立R中学校第2学年70名(20班)を対象に実践を行った。授業実践では1回目にボールペン、2回目に2種の生物カードを素材として用いて班ごとに基準を自由に設けさせて分類させた。生物カードについては一度分類させた後、他班の分類基準を用いて同じ素材を分類させ、その分類結果を比較させた。

実践の結果、どちらの素材を用いた分類活動も活発な話し合いが行われており、質問紙調査からは分類活動への積極的な参加について8割以上の生徒が肯定的に回答した(図3)。

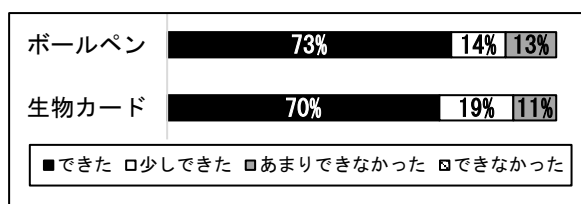


図3 分類活動への参加度の結果 (n=70)

分類の基準を設定するための観点について、分類結果よりボールペンの分類では20班中17班が同じ観点到に着目していたが、生物カードでは“大きさ”や“食性”など様々な観点が用いられており、生物を題材とした分類活動の学習効果が高いことが明らかとなった。そこで、動物園カード

(以下、動物カード)を中心とし、学習の系統を考慮して植物を題材としたカードについても検討することとした。

(2) 教材の作製

分類させる素材は、動物20種類の他に身近な植物から12種類の野菜を選定し、それらの写真をカードにしたものをそれぞれ「動物カード」「野菜カード」として用いた。その詳細を表1、表2に示す。授業展開は①野菜カードを用いた分類による分類の仕方の確認、②動物カードの分類による振り返り、③より妥当な分類基準の検討、以上3つの活動で構成した。

表1 動物カードに用いた動物の種類 (50音順)

1	アカカンガルー	11	シンリンオオカミ
2	アクシスジカ	12	スマトラトラ
3	アフリカゾウ	13	チャップマンシマウマ
4	アミメキリン	14	トナカイ
5	アメリカバイソン	15	ニシローランドゴリラ
6	インドサイ	16	ニホンカモシカ
7	カバ	17	ニホンザル
8	カリフォルニアアシカ	18	フラミンゴ
9	キジ	19	ホッキョクグマ
10	ゴマフアザラシ	20	ライオン

表2 植物カードに用いた野菜の種類 (50音順)

1	カボチャ	7	トウモロコシ
2	キュウリ	8	トマト
3	サツマイモ	9	ニンジン
4	シイタケ	10	ネギ
5	ジャガイモ	11	ホウレンソウ
6	ソラマメ	12	レンコン

(3) 授業実践

①実践の概要

平成29年11月に安城市立A中学校第1学年30名を対象に授業実践を行った。授業は実践校の理科教諭が行い、授業後に質問紙調査を実施し教材の活用方法についての有効性を検証した。

②実践の内容

導入では学習課題「生き物の特徴をとらえて分類しよう」を提示し、3人または4人1班の計8班に分かれて12種類の野菜カードを3分間で3つに分類させた。結果を共有し、見いだした共通点と相違点を基に分類するための観点を選定基準を設定することを確認した。次に20種類の動物カードを5分間で3つに分類させ、その結果の共有後、移動手段の観点を「ひれ・足・羽」の基準(基準a)を設けた班と、移動の速さの観点を「速い・普通・遅い」の基準(基準b)を設けた班を抽出し、それらの分類基準を4班ずつに振り分け再度分類させた。まとめでは分類結果を比較し、気づいたことを発表させながらより妥当な基

準について考えさせた。

③結果と考察

生物カードの分類結果より、野菜カードでは観点到に偏りが見られた一方で動物カードでは活動場所や食性、体の特徴、移動手段、移動の速さといった様々な観点が見られた。振り分けられた基準を用いた分類活動では、基準 a の結果は 20 種中 19 種の動物の分類が一致したのに対し、基準 b の結果では 20 種中 7 種しか動物の分類が一致しておらず、基準が異なると分類結果が異なることが明らかとなった。

質問紙調査の結果より、学習内容の理解に関して、分類基準を考える時に気を付けることについての質問では、“明確な基準を設ける”“誰がやっても同じ分類結果を得られる基準にする”と回答した生徒が半数を占め、異なる 2 つの分類基準を用いた分類活動を通してより妥当な分類基準について考えを深めることができたと考えられる。さらに、授業で一番学べたことについての質問では、“分類の仕方”及び“基準の設定”に関する記述が半数を占め、“生物の特徴”に関する記述が 2 割であった (図 4)。これらの結果を受け、授業で学べたことに関して約 7 割が「分類」及び「生物の特徴」を挙げており、学習のねらいとした分類することについての学習がなされていたと考えられる。

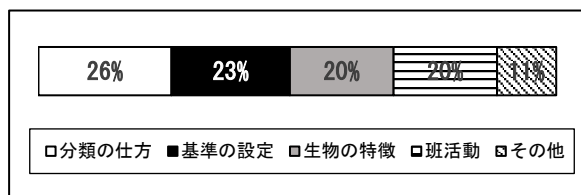


図 4 授業で一番学んだこととして生徒が挙げた項目

以上より、中学校理科の授業において動物カード及び野菜カードを素材とした分類活動が分類を学習する教材として活用できることがわかった。

5 分類に関する教材の活用方法の検討と評価

学習指導要領の移行措置段階において現行の学習内容との変化に対応するため、現行課程の学習内容に「分類」の要素を取り入れることが必要であると考えた。そこで、現行課程においての生物カードの活用方法を提案することを目的として教

材の活用方法を検討した。

(1) 教材の改良

単元「植物の仲間分け」で活用するため、野菜カードを素材とすることとした。授業展開は、野菜カードの分類活動から生徒の考えを揺さぶり、より妥当な分類基準を設定させることをねらいとし、①野菜カードを用いた分類活動による「分類の仕方」の確認 (活動 1)、②特殊な野菜 (カラーピーマン等 12 種類) とワラビ・ワカメの提示による設定した分類基準の妥当性の確認、③新たな分類基準の再設定 (活動 2)、以上 3 つの活動で構成した。また、生徒の考えを揺さぶるために一般的に販売されている品種以外に色や形等が多様な野菜を選択した。分類する素材として双子葉類 8 種類、単子葉類 3 種類、菌類、シダ植物、藻類から各 1 種類ずつで構成した (表 3)。

表 3 野菜カードに用いた野菜の種類

1	カイワレダイコン	8	ピーマン
2	キャベツ	9	アスパラガス
3	ダイコン	10	タマネギ
4	ブロッコリー	11	トウモロコシ
5	ジャガイモ	12	エノキタケ
6	トマト	13	ワラビ (追加カード)
7	ナス	14	ワカメ (追加カード)

(2) 授業実践

①実践の概要

平成 30 年 7 月に愛知県内 O 中学校第 1 学年 35 名を対象に授業実践を行った。授業後に質問紙調査を実施し、教材を活用した授業展開の有効性を確認した。

②実践の内容

「生物の特徴を捉えて 3 つにわけろ」を主題とし、活動 1 として 12 種類の野菜カードの分類活動を行う。分類結果を発表させて全体に共有し、分類のプロセスや基準によって結果が変わることなどを確認する。その後、特殊な野菜等の野菜を提示し、活動 1 で設定した基準の妥当性を確認させる。このとき分類ができない状況を作ることによって生徒の考えを揺さぶり、より妥当な基準設定や分類の意味について考えさせることをねらいとした。活動 2 では、提示された野菜等を踏まえて分類基準を考えて再び分類させる。分類結果を共有して比較することで、妥当な基準設定や系統分類について気づかせることをねらいとした。

③結果と考察

学習活動については、班での話し合いへの参加意欲に関して肯定的に回答した生徒が両活動ともに8割以上であり（図5）、生徒が意欲的に分類活動に参加できていたことが伺える。

学習内容の理解については、①植物が様々な特徴によって分類できること、②分類基準によって分類結果が変化することへの理解度について肯定的に回答した生徒が9割以上であった（図6）。これより、提案した活用方法で分類の仕方に関する理解が深まったと考えられる。また、他の植物の特徴や分類について興味がわいたと肯定的に回答した生徒が8割おり（図7）、単元の導入として活用した場合、今後の学習内容への動機付けが図れると期待される。

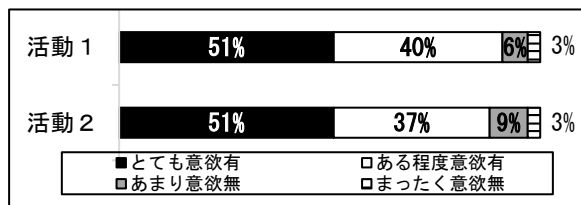


図5 話し合いへの参加意欲についての結果 (n=35)

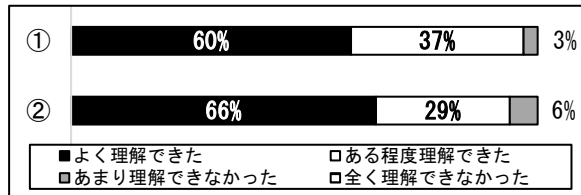


図6 学習内容の理解についての結果 (n=35)

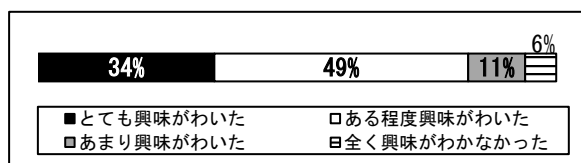


図7 他の植物や分類への興味についての結果 (n=35)

6 観察スキルに関する教材の開発と評価

(1) 概要

教材はLASPSに記載されている観察の目的や活動を参考にして開発した。開発した教材の有効性を検討するため、中学生への授業実践により評価を行うこととした。

(2) 教材の作製

観察スキルの育成を図るため、観察させた対象物の同定活動を行うことで、五感を使って知覚す

ることが観察であることの理解や記録に必要な情報について考えさせる「ヒマワリの種子の同定活動」を開発した。本教材は4人1組で活動し、班に種子を人数分配付してそれぞれが異なる種子を観察し、その特徴を3つの記述とスケッチで記録する。その後全員の種子を混ぜ、各自の観察記録を基にして観察したそれぞれの種子を班員に同定させるという活動である。

(3) 授業実践

①実践の概要

平成30年4月に豊川市立T中学校第1学年の生徒159名を対象に、実践校の理科教員2名が授業を行った。

②実践の内容

「ヒマワリの種子を観察しよう」を学習課題として、観察前に特徴等に関する具体的な質問しながら種子を想起させる。その後、1人1つの種子を観察させ、スケッチと3つの文章で記録させる。班全員分の種子を混ぜ、観察記録における文章のみを材料に班員が種子の同定を行う。同定ができた情報とできなかった情報との比較から、観察記録の取り方や記述する情報について考えさせ、観察の意味や記録の重要性に気づかせることをねらいとした。その後、学習したことを想起させながら再度観察を行い技能の定着を図ることとした。

③結果と考察

質問紙調査の結果より考察を行った。活動について、種子の同定活動への参加意欲について尋ねたところ肯定的に回答した生徒の割合が8割以上であった（図8）。また、活動方法や手順への理解を問う質問に96%の生徒が肯定的に回答しており、種子の同定活動は中学校1年生にとって活動の手順等を理解した上で意欲的に取り組むことができるものであることがわかった。さらに、活動を通して観察記録に必要と感じた情報について尋ねたところ「種子についての具体的特徴」の記述が最多であり“大きさ”等の視覚情報が多数を占めた。一方、嗅覚や触覚で知覚する特徴や数値化した情報等の回答も見られ、観察とは何かについて理解できた生徒の存在が示唆された。

授業での学びについて、一番学んだことについ

て尋ねたところ、観察やスケッチの方法及び同定に役立つ情報、さらに“それぞれに違いがある”や“種子固有の特徴”についての記述が見られた(表4)。さらに、本時の学習を踏まえて今後気を付けることについて質問した結果、“観察の仕方”と“記録の取り方”に関する意見が上位を占めた。これより、特徴を見つけることや、記録の際に必要な視点について等の探究の過程において課題の把握に必要な視点だけでなく、生物にはそれぞれ違いがあるという生命領域において基本となる「生物の多様性」に気づくことができたと考えられる。

しかしながら、同定することをテーマとした活動であったためか、自由記述からは生徒が「観察記録には個体を同定するために他と違うことを書く」という誤概念を抱いてしまったと見受けられる。そのため、授業の振り返り場面で補足説明をする等の手立てが必要であると考えられる。

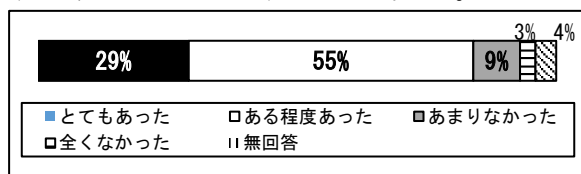


図8 活動への参加意欲についての結果 (n=159)

表4 授業で一番学んだこととして生徒が挙げた項目

項目[小計]	内容	件数
種子[33]	それぞれに違いがある	21
	種子固有の特徴	8
	特徴がたくさんある	2
	共通性・多様性	2
観察[30]	観察のコツやポイント	19
	他との違いを見つける	8
	観察記録の情報の内容	3
スケッチ[23]	スケッチにかく内容について	21
	スケッチの描き方	2
同定活動[20]	同定できる情報について	11
	相手への伝達について	3
	その他	6
観察の意義[6]		6
関・意・態[3]		3
その他[9]		9

7 研究のまとめ

本研究では、探究能力の向上を図るために「分類」及び「観察」スキルの育成を目指したカリキュラムを開発し、授業実践によりその有効性を検討した。その結果、分類スキルの育成に関する授業では、生物カードの分類活動によって分類に関する理解がなされただけでなく、より妥当な分類

基準について考えさせることで分類の本質を扱うことができた。さらに扱う生物の種類を変えることで現行課程での学習においても活用できることがわかった。観察スキルの育成に関する授業では、ヒマワリの種子の同定活動を通して対象物を五感で知覚することの理解を促し、同定の精度を高める観察記録の情報について見いださせることができた。これらの結果から、2つの教材は各スキルの育成に効果があることが明らかとなった。

しかしながら、本研究では2つの授業を通したカリキュラムを実施できておらず、それぞれの授業の結果からプロセス・スキルの育成に対する教材の効果を検討するに留まった。加えて、これらのスキルの育成によって探究能力の育成がなされたことは評価できていないため、評価方法を考える必要がある。さらに、探究に必要なプロセス・スキルは今回取り上げた2つのみならず、探究能力全体の育成を目指すには他スキルの育成にも努める必要があると考える。今後、カリキュラム全体の有効性、並びにスキルの育成と探究能力の向上との関連を評価する必要がある。

【引用・参考文献】

- 1) 文部科学省、『中学校学習指導要領(平成二十九年告示)解説 理科編』, 学校図書, 2018.
- 2) 小林辰至,『探究する資質・能力を育む理科教育』, 永田印刷, 2017, pp.137-149.
- 3) 松浦拓也・磯崎哲夫編著,『中等理科教育』, 協同出版, 2014, pp.99-102.
- 4) Richard J.Rezba, Constance R.Sprague, Jacqueline T. McDonnough, & Juanita J. Matkins. *Learning & Assessing Science Process Skills Fifth Edition*, 2007, KENDALL/HUNT PUBLISHING COMPANY.
- 5) 長谷川直紀・吉田裕・関根幸子・田代直幸・五島政一・稲田結美・小林辰至, 「小・中学校の理科教科書に掲載されている観察・実験等の類型化とその探究的特徴—プロセス・スキルズを精選・統合して開発した「探究の技能」に基づいて—」, 『理科教育学研究』第54巻, 第2号, 2013, pp.225-247.
- 6) 中央教育審議会, 『幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)別添資料(2/3)』, 2017, pp.33-37, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf (2019年2月6日最終閲覧)。
- 7) 吉山泰樹・小林辰至, 「プロセス・スキルズの観点からみた観察・実験等の類型化—中学校理科教科書に掲載されている観察・実験等について—」, 『理科教育学研究』第52巻, 第1号, 2011, pp.107-119.
- 8) 今田利弘・小林辰至, 「中学校理科教員のプロセス・スキルズ育成に関する指導の実態」, 『理科教育学研究』, 第45巻, 第2号, 2004, pp.1-8.