

琉球大学学術リポジトリ

探究理科における自由研究の意義2：
自由研究と授業との関連について：
那覇市立小緑中学校における「自由研究」実践事例
の分析をとおして

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-09-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新城, 和治, 吉田, 一晴, 山口, 喜七郎, 屋良, 朝夫, 長浜, 克重, Shinjo, Kazuharu, Yoshida, Kazuharu, Yamaguchi, Kishichiro, Yara, Asao, Nagahama, Katsushige メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/1893

探究理科における自由研究の意義II

自由研究と授業との関連について

—那覇市立小禄中学校における「自由研究」実践事例の分析をととして—

新城和治*、吉田一晴*、山口喜七郎*、屋良朝夫*、長浜克重*

Significance of "Individual Study Project" in Inquiry Science Education II

The Corelation between "Individual Study Project" and Ordinary Classroom Teaching

—Through the Analysis of Case Studies in Oroku Junior High School—

Kazuharu SHINJO,* Kazuharu YOSHIDA,* Kishichiro YAMAGUCHI,*
Asao YARA,* Katsushige NAGAHAMA*

(Received July 9, 1977)

はじめに

理科の学習では、自然についての体系的な知識を得ると同時に、自然から知識をひき出す過程における方法、すなわち科学の方法を身につけるといふ二面がある。体系的な知識の獲得と方法の体得、これらの何れを重視するかによって種々の型の理科教育が生まれてくる。しかし、自然科学の成立の過程を通して言えることは、科学の方法も自然についての知識を体系化する努力の中で得られていることであり、こうした事情は当然理科の学習のあり方にも影響している。一般に理科の授業では、授業者の判断にもとづき知識と方法の習得をバランスよく処理できるよう工夫されるのが普通であるが、方法の習得という面でもう一つ問題が残る。それは、文部省理科教育現代化講座資料「中学校、新しい理科教育(1974)」の言葉を借りると、科学の方法としての安定的探究と流動的探究の二要素のあり方である。普通の理科の授業では、一定のパターン化された探究のあり方としての安定的探究は、体系的知識の授与と組み合わせるといえることが可能である。しかし、児童・生徒に事象の中から自分で問題を発見させ、自主的・自律的にその

解決の道程をたどらせる流動的探究を正規の授業の中に計画的にくみこむことは、現在の理科授業のあり方では、きわめて難しい事だと思われる。

体系的知識の獲得、安定的探究方法および流動的探究方法の習得、これら三者をとり入れた理科教育の一つの試みとして実践されている那覇市立小禄中学校の理科教育システムに、我々は、ここ数年つよい関心を抱いて来ている。同校では、全校生徒に、入学してから卒業するまでの3ヶ年間、義務として継続的な自由研究を課している。そして正規の理科授業と「自由研究」を2つの柱としてくみあわせ、両者をまとめて理科教育の場とする試みを長期間にわたって実践し続けて来ている。

その実践方法の具体的詳細については、筆者らの前の報告¹⁾を参照してもらいたい。ただ、付言しておきたいのは、ここでいう「自由研究」は夏休みなど長期休暇を利用した「自由研究」ではなく、平常の授業と並行して行われていることである。生徒たちの自由研究活動は、正規の授業時間外で行われており、放課後に、帰宅してから、あるいは休日を利用してなどと自分自身で研究活動の時間を作りだしている点で特色がある。

前報¹⁾では、同校の「自由研究」を探究理科のなかで、どう位置づけ、意義づけることができるかについて実証的に知るため同校の生徒たちが実践している「義務化された自由研究」の実情と、「自由研究」についての生徒た

* 琉球大学教育学部

* Coll. of Educ., Univ. of the Ryukyus.

ちのうけとり方を、アンケートにより調査し、その結果を分析し報告している。アンケートは、昭和49年12月、当時在学していた約1,660人の在校生全部を対象として行った。調査事項の概要は、自由研究実践の諸条件、生徒たちが選んでいる研究テーマ、そして「自由研究」についての生徒の意識などであった。

今回は「自由研究」と、一斉授業のかかわりを主なねらいとして、前回のアンケート資料の一部に加えて、生徒たちの「自由研究」レポート、さらに、普通授業のテスト評価点と「自由研究」レポートの評価点などを資料として、若干の分析考察を行った。

まず、Ⅰでは、前報でも示した生徒たちの選んでいる自由研究のテーマを、発想源に着目して、あらためて分類しなおし、その傾向を考察しながら授業との関連を考えてみる。Ⅱでは、実際に実践してきた教師たちが、「自由研究」を授業と有機的に結びつけるために行った具体的活動として、生徒たちの自由研究の成果を活かして授業にとりこんだ指導事例を示してある。また、教師たちのもっている指導体験にもとづき、授業と自由研究の相互作用効果を具体的に紹介し、あわせて授業と自由研究のつながりについて生徒たちのもっている意識を、アンケート調査の結果から拾って示すことにする。Ⅲでは、普通授業のテスト評価点記録と、生徒たちの研究成果としてのレポートに対する評価点記録の関連を通して、両者の相関をしらべた。Ⅳでは、探究学習の特色としての独創性に関し、研究レポートの分析を通して得られたことを報告する。

Ⅰ 生徒の選ぶ研究テーマの傾向

自由研究のテーマの選定は、生徒の興味や関心にもとづいて、全くその自由意志によって決められるものであ

る。しかしながら、数多くの生徒たちのおこなっている自由研究について眺めてみると、そこには何等かの傾向がみられるようである。そのことに関しては、前の報告の中で一部、のべてきた。その内容は、

1. テーマの種類を領域別にみた結果
2. テーマ選定の動機
3. テーマ選定にあたっての自主性または協力の状況
4. テーマ変更の回数
5. テーマ変更の動機

の5項目についてまとめたものであった。

今回は、同一の調査資料にもとづいて、さらに生徒の自由研究のテーマ選定にあたって、その発想源がどこにあるかという点に着目し、視点として次の5つの項目を設定して分類を行った。

- A 授業との関連からの発想
- B 日常生活や、人体のつくりからの発想
- C 身近な自然の事象からの発想
- D 遊びやスポーツからの発想
- E 自然と人との関係からの発想

生徒たちの研究しているテーマを、上記の視点に立脚して、物理、化学、地学、植物、動物の領域別に分類した結果が得られたので、その結果について考察も加えて報告する。ここでは発想源が主として何に関連して決められてきたかを、推測的に判断して分類処理を行ったのであるが、テーマによっては、いづれとも判断しかねるような複合的なものもある。その場合には、重複している視点のそれぞれに加えることにした。なお、今回は統計的な処理は省略して、テーマの具体的事例をかかげることにした。授業と関連するものについては、教科書のなかで関連のある学習事項を示すことにした。

A 授業との関連からの発想

(物理領域)

研 究 テ ー マ	教科書にみられる関連事項
衝突 物体の衝突とはずみ 衝突のエネルギーの伝達 水のはねあがり方 水の落下とはね方	エネルギーのうつり(中3) (発展) (発展)

振子の運動	運動とエネルギー（中3）
浮力 ものの浮き沈み 卵はなぜ食塩水にうくか	ものの浮き沈み（小4）
滑車と輪軸	滑車と輪軸（小6）
摩擦 摩擦力 物のころがり方 物のころがる速さ	力とエネルギー（中2）
沸点 混合物の沸点 水溶液の沸とうするとき 色水のあたたまり方	物質の特性（中1） （発展）
弾性 ゴムの伸び方 ばねの力 のばされたばねの仕事量の測定	仕事（中1）
氷、水、水蒸気 氷のかたさ、氷のとけ方、速さ、氷のかたまり方、 水中の空気	物質の三態（中1） 状態変化と熱（中2） （身近な自然からの発想も考えられる）
固体、液体、気体のうつりかわり	
光のすすみ方 日光と虫めがね レンズを通る光 反射と屈折	光のすすみ方（小5） 光とレンズ（中2）
熱 熱の性質、熱の伝導、温度と熱 物質の温度変化 太陽の熱量 日光と物のあたたまり方 画用紙の熱の吸収	熱（中1） （発展）
電気 ロッシュェル塩の圧電効果 電気はどうしておきるか 電池、電流と磁石 水と電気、果汁に流れる電流 糸ヒューズの切れ方	物質と電気（中3） 電流と磁界（中3） （発展）
力とエネルギー エネルギーの伝達、運動によっておきるエネルギー、 エネルギーのうつり	仕事とエネルギー（中1） 運動とエネルギー（中3）
気体について 水蒸気について、蒸気の性質 蒸発、気化熱	物質の三態（中1） 状態変化と熱（中2）

水の蒸発と天候 いろいろな気体の蒸発 水溶液の蒸発する速さ 液体の蒸発皿 煙 煙の性質、働き 水 滴 液体の膨張, ものの膨張, 気体の膨張 物質の融解 音 音の種類, 音の響き, 音のつたわり方 金属の性質	(発 展) 物質の三態 (中1) 状態変化と熱 (中2) 気体の特性 (中1) 状態変化と熱 (中2) 状態変化と熱 (中2) 音 (小5) 物質の特性 (中1)
---	--

(化学領域)

研 究 テ ー マ 名	教科書にみられる関連事項
混合水 溶液の性質, 水溶液の変化, 食塩水の体積 水溶液の混合 水溶液の電解度 水とアルコール, 塩と水の関係 石けん水, 石けんのとけ方 いろいろな水に対する物質のとけ方 結 晶 結晶の成長と形 みょうばんの結晶作りと他の結晶 色の分離 インクの色の変化, マジックの分離 水とアルコールの混合物のわけ方 インクと紙の性質 未知物質の判別 物質の分解 火 ものもえ方, もえるもの, ほのお, 火のつけ方, ろうそく (炎と温度) 繊維のだす炎と煙 せんこうの煙の仕方 金属の変化 鉄のさび 鉄の性質, 食塩, ほう砂, 二酸化炭素, 砂糖 酸 塩酸, 硝酸の性質, 酸のはたらき, 歯と炭酸水	物質の特性 (中1) 電 解 (中3) (発 展) 物質の分離 (中1) 物質の分離 (中1) (発 展) 物質の分離 (中1) 火のもえ方 (小5) ものが燃えるときの変化 (小6) (発 展) 金属の変化 (小6) 物質の変化と質量 (中2) 物質の特性 (中1) 物質の特性 (中1) (発 展)

新城・吉田・山口・屋良・長浜：探究理科における自由研究の意義Ⅱ

アンモニア 塩酸と金属から発生する気体 アルコール+硼酸から発する気体 過酸化水素の分解反応 水素の発生量	物質の特性（中1） 物質と原子（中2）
---	----------------------------

（地学領域）

研 究 テ ー マ	教科書にみられる関連事項
地 層 地層とその上の土，身近かな地層 沖縄の地層と地質	地層（小5），火山と土地の変化（小6） 流水のはたらきと地層（中2） 地殻の変化と地表の歴史（中3）（発 展）
岩 石 岩石の種類，岩石の性質， 岩石のかたさ，岩石と土の手ざわり	同 上（発 展）
土 土壌 漫湖の土質	流水のはたらきと地層（中2） （発 展）
化 石 流水作用，流水のはたらきと地表の変化	同 上（中2） 同 上（中2）
気 象 雲，雨と雲，天気と雲の観察	大気につつまれた地球（中2） 大気中の水蒸気の変化（中2）
星の観測，星座の観測，星座の移動 星座の移動と移動時間 流星の観測，流星とさそり座の観測	地球と宇宙（中1） 星の世界 （発 展）
太陽系 太陽系の惑星，木星とその衛星，金星，月と木星	星の世界（中1） （発 展）
太 陽 太陽のうごき，太陽のうごきと高さ 太陽の黒点，太陽の黒点のうごき	地球と宇宙（中1） 天体としての地球，月，太陽

（植物領域）

研 究 テ ー マ	教科書に見られる関連事項
植物の成長，植物の育ち，草花の育ち方 大豆の育ち方，芝の成長としくみ キリの根の成長，ジャガイモの発育	草木のつくりとはたらき（小6） （発 展）
発 芽	たねの発芽（小5）
さしき	植物はどのようになかまをふやすか（中1）
植物と環境，環境による植物の発育	自然のしくみ（中3）

植物の成育と光, 水と光と植物 草花と日かげ, 日なた 植物と気候, 植物と肥料 種のまき方と光・かげ, サボテンの育ちと光 土の重さと植物の成長 植物のつくりとはたらき, 植物の葉のはたらき 光合成 蒸 散 植物と水蒸気, 蒸散皿 吸水力 植物の吸水力と葉のつくり 花や葉の吸水力, 大豆の吸水力 葉 葉と茎の関係, 花と葉, 葉の目 花の観察, 花粉のない花 植物の細胞 植物の種類, いろいろな植物, 草花について 野草, 雑草, 双子葉植物と単子葉植物 カ ビ カビの性質, カビの発生, カビのできる条件, カビと場所 カビの体, カビのつき方, 食品につくカビ, パンにはえるカビ, カビの重さ, 冬のカビ, カビとキノコ 水につくカビ	草木のつくりとはたらき (小6) (発 展) 植物のつくりとはたらき (中2) 同 上 植物のつくりとはたらき (中2) 同 上 (発 展) 同 上 (中2) 細 胞 (中1) 植物の世界 (中1) (発 展)
--	---

(動物領域)

研 究 テ ー マ	教科書に見られる関連事項
ア リ アリの生態, アリの行動, アリの習性, アリのエサ, アリのエサと体, アリの散歩, アリの一生, アリと水溶液 ミミズ ミミズの生活, ミミズの動き, ミミズの生涯, ミミズの耐久力 ボウフラの感覚 金魚の呼吸回数 鯉の熱に対する反応, エンゼルフィッシュの呼吸 鯉の感受さ, グッピーの呼吸回数 グッピーの誕生と成長 ゾウリムシの習性, 亀の習性	生物の観察 (中1) 動物の世界 (中1) (発 展) 同 上 (中1) (発 展) 刺戟に対する反応 (中3) (発 展) “ “ 動物のふえ方 (中1) (発 展) 動物の世界 (中1) (発 展)

B 日常生活や人体のつくりからの発想

(物理・化学領域)

物 理 領 域	化 学 領 域
泡，渦，扇風機の風のおこり方 紙の吸水力，紙のインクのすいとり方 乾燥剤，糸ヒューズの切れ方 錯覚，水滴，線香，布 紙の強さ，布のかわき方・性質 つやけし電球	飲料水の成分，石けんのとけ方 水とアルコールの割合 食品の成分，プラスチックのもえ方 りんごの変色，塩，砂糖，味の素の研究 紙の性質 クレヨン，洗剤と石けん，油 酒，脂肪，ナフタリン 発泡スチロール，糸の成分，食塩と水 カビとサビ

(地学・植物・動物領域)

地 学 領 域	植 物 領 域	動 物 領 域
な し	なぜ野菜はくさるか 牛乳のくさり方 もやし・大根はどれくらいの時間で はえるか い も	やけど，呼吸と脈はく 髪 赤ちゃん 体 温 つ め

C 身近な自然の事象からの発想

(物理・化学領域)

物 理 領 域	化 学 領 域
グライダーについて グライダーの翼について 水の蒸発と天候 水の中の空気 波 水の波紋 ローソクと線香 気温と湿度との関係	漫湖の水質と土質 沖縄の水 さとうきびの糖度 樹液，こはく 池の水

(地学・植物・動物領域)

地学領域	植物領域	動物領域
<p>小禄地区の地層 身近な地層 沖縄の地層と地質 野草園の土壌 漫湖の土質</p>	<p>漫湖の水質と生物, 漫湖の植物 芝の成長としくみ, ジャガイモの発育 サボテンの育ちと水と日光の関係 光と芽, 花びらの色の性質 花びらの色の変化 花粉のない花, 種子の生命 オシロイバナのたね, 草花 野草, 雑草, 野草園の研究 瀬長島海岸の植物の研究 カビ, 食品につくカビ, パンにつくカビ カビとキノコ, 水につくカビ クロトン, コケ, オジギソウ ヒマワリ, チュウリップ グラジオラス, ウツボカズラ ミカンの木, サトウキビ, カタバミ タンポポ, オオバコとタンポポ ヘチマの観察 ダイズ, ギンネム, 医者しらず</p>	<p>漫湖の水質と生物, 漫湖の野鳥 アリの一生, アリの散歩, アリの生活 アリのエサ, アリのエサと体 アリの性質, アリの触覚 アリと水溶液, アリの行動 アリの習性, アリの生き方 ミミズとアリの能力 ミミズの耐久力, ミミズの生態 ハト, チャボ, ヒヨコ, フラミンゴ 十姉妹, ハエ, ハチ, 蚊(ボウフラ) バッタ, カナブン, ミノムシ, ゴキブリ, カマキリ トンボ, ショウジョウバエ, アブラムシ ケラ ハチ, ハチの巣の構造 ハチの巣の構造と行動 アブラムシの観察, クモ ヤドカリ, カタツムリ, トカゲ カナヘビ, 背カナヘビ, ヤモリ 木ノボリトカゲ, ナメクジ アオトカゲ, カエル, ヘビ 貝, ミジンコ, シーモンキー 亀, オタマジャクシ, ミドリガメ 猫の落下, 猫の一生 セキセイインコ, 九官鳥の生態 金魚, グッピー, コイ ピラニアの飼育観察, メダカ タップミノー 瀬長島付近の魚と仕かけ</p>

D 遊びやスポーツからの発想

(物理・化学領域)

コマ(遠心力), シャボン玉のできる原理, 大きなシャボン玉, 飛行機, グライダー, 紙ヒコウキ, ゴムの伸び方
ボールについて, スーパーボール, ボールの反応, ボールの性質, はね方, 弾性

(地学・植物・動物領域)

な し

E 自然と人との関係からの発想

(物理・化学領域)

漫湖の汚染の状況，光化学スモッグ

(地学・植物・動物領域)

アサガオにおける光化学スモッグの影響
毒物に対する植物の変化

以上の分類処理の結果から，全般的にいえることは，生徒の自由研究のテーマ選定にあたっては，授業と関連して選ばれることが極めて多いということである。このことは，前の報告の中で示した「身近かな自然の事象に着目してテーマを選んだというものが，全体の57%もいて最も多い」という叙述と異った結果になっている。しかし，今回は分類の視点として，生徒たちがそのような研究テーマを思いついたもと(発想源)を主体に扱ったので，そういう結果を生むようになったと思われる。例えば研究の材料・対象は，身近かな自然事象から選びとってはいるのであるが，その発想の根源は授業で習得したことと関連して思いついたと推測されるものが基が多いのである。この点については，前の報告でも指摘してある。

領域別に分類した結果は，物理・化学領域では，授業と関連してテーマを選ぶ傾向が強く，地学や植物領域ではそれについて多い。

動物領域では授業と関連づけてテーマを選ぶというよりも，まず，自然の中からある特定の動物を選ぶことが先行しているように推測される。ある動物について，学校の授業で習得した事項，例えば体のつくりや生理・生態的なこととむすびつけてしらべるといった形をとっているようである。日常生活や人体のつくりに着目してのテーマ及び自然と人との関係に着目してのテーマはあまり多くはない。近年，開発とからんで，海・サンゴ等の保護の問題が沖縄でも数多く提起されているが，その方面への挑戦の傾向は見られない。これを憶測的に解釈すれば，研究時間や場所がないこともその理由の一つと考えられるが，生徒自体の年齢に応じた活動の可能性とい

うことも考えられるのではないかと思うのである。以上のべたように領域によって，研究テーマの選定の上で，それぞれ異った特色を示しているが，それは，それぞれの学問的特質という点に，起因することが大きいとも考えられる。

次に，授業と関連のある研究テーマについて，もう少し詳しくしらべてみると，小学校や中学校で学習したことを，そのまま同じような形で観察・実験をおこなうようなテーマ及び内容になっているものがある。これは，既習事項の再確認を，教師の指導から離れて自主的に試みているという意味からいって有意義であると言えるが，中学校での学習事項ならばともかくとして，小学校レベルという，低次元の研究に終わってしまうことには問題があるように思われる。この点については，教師の判断と指導が必要ではないかと考える。自由研究を行うねらいは，ひとりひとりの生徒が，それぞれの能力に応じて，自然の事象の中から問題を見つけ出し，自分の力で解決して行くことであるが，時には，優れた能力をもった生徒でも，小学校レベルの低次元の研究に，はまりこんでしまう懸念もあるかも知れないのである。

次に，授業と関連のある研究テーマの中には，授業で習得した知識の発展的または応用的なものを選んでいるものがある。前記の分類表の中で，(発展)と記したものがそれである。生徒の習得する科学知識が，指導要領に示される範囲に止まらず，その学習の過程で生じた疑問をそのまま放置して終わってしまうのではなく，自由研究の中で，その疑問を解決していくということは，望ましい学習のあり方であると考えられる。小緑中学校の理科の教師たちが，授業のしめくりで発展的な疑問を生徒から

ひきだすように心掛けているのは好ましいことである。しかし、このように、自由研究のテーマの選定を、授業と関連づけて行うということは、授業と並行して、自由研究も継続的に行われている場合に可能であって、さもなければ、授業での疑問が、発展的に自由研究に結びつけられることはむづかしくなるのではないかと考える。

夏休みのような長期休暇で行う研究では、研究テーマの選定の点から見ても、授業と関連づけることは、むづかしいと思われる。

以上、生徒たちが選ぶ自由研究のテーマの傾向について述べてきたが、これをまとめていえば、自由研究を授業と並行して生徒たちに行わせる場合には、授業で学習する内容と密接に関連のあるテーマが選ばれる傾向が強いといえるようである。そのような傾向が生まれるには、教師たちの授業のもち方での細かい配慮が、大きく響いているのは言うまでもない。テーマを領域別に見ると、概して第一分野系の方が第二分野系に比べて、授業との関連性が大きいようである。第二分野系では、直接、身近かな自然の中にとびこんで、そこからテーマを設定していく傾向があるようである。自由研究のテーマが、千差万別の感があるということは、自由研究を計画的に実践していく上で、教師にとっては頭のいたいことの一つであるが、こうして、傾向を把握することによって、何等かの目処がつけられるのではないかと思うのである。例えば、1年生では授業と関連したテーマを、第一分野系で選ばせ、2年生には、第二分野系に関連して、身近かな自然現象からテーマを選ばせるなど、段階的にすすめていくことも考えられるのではないかと思うのである。

II 授業における自由研究の成果の利用

ここでは、まず生徒たちが自由研究の中で獲得した成果を、日々の授業実践の中に、意図的にもり込んでいる授業記録を通して、授業と自由研究とのかかわりをしらべた。

さらに、生徒たちの自由研究のレポートの中から、その学年までに授業で習得してきた事からと関係の深いものを選びだし、授業の自由研究におよぼす効果についても考察してみた。

前者については、その分析の資料として、自由研究をうまく授業に生かした授業実践事例のいくつかを、直接、

自由研究の指導にあたった小緑中学校の教師たちに、彼らの授業実践記録のなかから選定してもらった。

次に示すものは、それらの一部である。

〔第3学年用〕

単元名	自由研究テーマ	授業の指導段階
「生物どうしの食物関係はどうなっているか」	「教材園にいる動植物」	導入
	「生物の生活」	“
	「ありの研究」	展開
「惑星の動き」	「木星とその衛星の研究」	発展
「環境と生物」	「港川海岸の動物の調査」	導入および発展
「地殻の変動」	「小緑地域の地層の研究」	展開
「水溶液と電流」	「水溶液の濃度と電流密度」	発展

上の授業の指導段階で、発展と記してあるのは、その授業で本来の授業目標を扱った後、生徒たちの自由研究の成果を、その応用、又は強化として、その時間中にとり入れ利用した事を意味している。

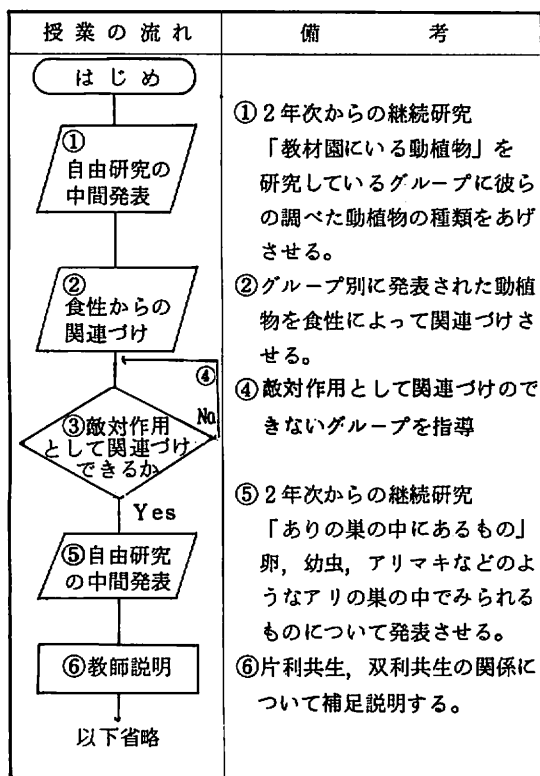
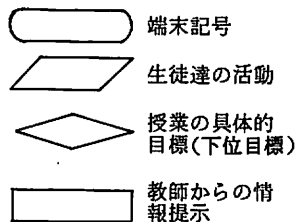
これらの中から、単元「生物どうしの食物関係はどうなっているか」を扱っている授業について、その授業実践記録の一部と授業実施後の反省記録を次に示し、それらを通して、自由研究が授業の中で具体的に活用されているようすを調べる対象にする。

— 自由研究の成果を利用した授業実践記録事例 —

- 指導日時 1974年6月
- 指導学級 3年3組
- 指導教諭 喜屋武 信勇
- 単元名 自然のなかの生物

- 授業題材 「生物どうしの食物関係はどうなっているか。」
- 授業目標 ①「生物どうしを食性をもとにして関連づけることができる。」
②「食物連鎖を身近な生物から例をあげて説明することができる。」
- 学習展開の一部

記号の説明



2. 全般的に質疑応答が活発になり、クラス全員が一様に発言できる雰囲気での授業であった。
3. 発言の内容の中に実験や観察の条件吟味を問題にする傾向がでてきた。
4. 科学研究における、オープンエンド的な性格に気づいたためか、その場で単純に解答を求めようとはせず、疑問を次の自由研究の題材としてとり組む意欲と興味を引きおこす授業であった。
5. 疑問の度合いが、中学3年の程度としては、あまりにも広がりや深まりがでてきて、その収拾策に困惑した。

上記の授業事例にみられるように、小椽中学校の理科の教師たちは、授業の各段階で、指導内容と関連のある自由研究での、実験・観察・観測等の過程や結果を、生徒自身に発表説明させ、教師が補足説明を行うような授業形態をなるべく多くとり入れるよう努力している。

つまり、同校では、自由研究と授業は全く別個のものとして設定してあるのではなく、あくまでも授業の一部であるという事を生徒たちにとらえさせるためにも、つとめて、自由研究の成果を授業の中にとり入れていくようにしている。それは理科の学習が「教師の一人舞台に終始する授業や教科書だけで進めていく学習ではなく、自分の身近なまわりの自然から直接学ぶ学習」であることを生徒達に理解させていく事にもつながるものである。直接、授業と自由研究を指導している同校理科教師との話し合いの中で、自由研究実施後の普通授業の変容の様子を次のように述べている。

自由研究実施以前の授業では、実験操作の面においても、話し合いによる授業のまとめの段階においても、一部のリーダー的生徒が中心になりがちで、他の生徒は、ほとんどが傍観者的存在になり、授業の一時間を、ぼんやりと過ごす状態が多かった。しかし自由研究が生徒ひとりひとりに定着するにつれ、授業での生徒の動きに変化がみられるようになってきている。

例えば、実験の開始とともに、各々の分担を定め目的に向かって動いており、実験操作にも積極的に加わる光景が見られ、これまでほとんどの女生徒が敬遠しがちであった電気教材のような実験でさえも、男生徒・女生徒の区別なく進んで取り組み、実験・観察が全員のものとなってきている。

又、ひとりびとりの実験技術の面でも、自由研究実施後は理科室の備品や機器を放課後も生徒に開放するようにしているため、顕微鏡、電源装置あるいは電流計、教師用精密秤りなどのような測定器具でも、多くの生徒が、

— 授業者の授業実施後の反省記録 —

1. 自由研究の成果を、中間発表の形式で、研究している生徒に、直接、授業導入の段階で発表させたため、学級全員の授業内容に対する構えが、身近なものとしてとらえられ終始、興味深く授業をすすめることができた。

使いこなすようになり、授業で使用する際には、特殊なものでない限り、その使い方を説明する必要はほとんどなく、生徒実験に要する時間も大巾に短縮されるようになってきている。

このように、生徒が実験道具のとり扱いに慣れてゆとりがでてくると、実験操作や方法などにも関心を示すようになり、特に条件設定のあり方については細かく気を配るようになってきている。

さらに、生徒達の実験技術の向上にともなって、実験に要する時間が、大巾に短縮されるようになりだすと、これまでの実験操作だけにふりまわされていた授業から脱皮し、「実験とは、それそのものが目的ではなく、疑問を解決するための情報を得る手段である」ことを生徒が知り、授業に質的な変化がみられるようになってきている。そのひとつのあらわれとして、授業における実験終了後の話し合いが活発になってきており、むしろ教師は、生徒たちの活発な話し合いを、どう処理してよいか困惑する場面もあらわれるようになってきている。

以上、自由研究が授業に効果的に働いていることの事例を主として述べてきたが、逆に、授業で得られる知識、実験観察の方法が、自由研究に有効に活用されている事例も多い。

そのことは前報告でも全般的な事について述べてきたが、ここでは、生徒たちの自由研究のテーマ設定理由のうち、特に授業とのかかわりが深いとみられる事例のいくつかを示すことにする。

事 例

- 授業で行った「水の表面張力」について、もっとくわしく知りたいと思ったので自由研究のテーマとしてとりあげた。
- 授業での実験で、水やアルコールをいくら加熱し続けても、沸とうしてからは温度は上昇しない。他の液体ではどうだろうか？ という疑問が生じたので、「身近かにある種々の液体の沸点」をしらべることにした。
- 授業で、電解質と非電解質のことについて勉強した。ミカンやリンゴ、その他の果汁についても、2極間を果汁でみたした回路を作り、その回路を流れる電流量が、果汁のちがいにいよりどのように変わるかを調べることにした。
- 授業で、黒インキがいくつかの色素からできていることを学習したが、その応用として、授業で学習したペーパークロマトの方法を用い、「赤いブッソウゲ」の花の色素も分離できないだろうか？ という

ことを解明するため「ブッソウゲの花の色素の分離」を試みた。

- 光合成の実験がきっかけで、「ミドリムシの光に対する反応」をくわしく調べようと計画した。

これらの事例にみられる特徴として、生徒が意外と身のまわりにある事象を、授業の中で得た知識や実験方法と結びつけながら、より深く、細かくみようとする科学的態度がみられる。さらに授業での実験・観察中に生じた疑問の解明への努力や興味の深まりが、彼らの生活の場で積極的になされていることがあげられる。

以上、具体的事例を通して、生徒たちの自由研究実践の体験が普通の授業を生き生きとしたものに変え、また逆に授業で得た知識や、科学の方法が自由研究実践の中で効果的に生きていることをみてきた。

このように授業と自由研究が相補的につながっている関係はお互が他を前進させる推進力となり、共に向上していく要因となるものと思われる。このような意味で、筆者らは小祿中学校のとっている理科教育のありかたを高く評価したいし、また他の中学校でも、このような形の理科教育が実施できるような条件が整うことを期待している。

なお、アンケート調査の自由記載の項目の中にみられる「授業と自由研究とのかかわりあい」について生徒たちの考えを紹介しておく。

— アンケートにみられる

自由研究と授業とのかかわりあい—

1. 自由研究をやっている、「なぜか？」ということを考えるようになり、他の授業に積極的に役立つようになった。
2. 自由研究でやった内容が授業で出てきて分かりやすかった。
3. 今まで理科に関心が薄かったが、薬品などの性質に気づき理科の授業に興味が出た。
4. 1・2年の頃は実験道具をうまく使えなかったが自由研究後は授業での実験で道具を使う楽しみができた。
5. 自由研究をしていて教科書にないことを発見して楽しかった。
6. 本で得た知識を確かめなくなった。
7. 自由研究をとおして教師とのふれあいを感じた。
8. 教科書を勉強することも大切だ（時間との関連）
9. 理科の評価に自由研究の得点が入るので、入試の内申のとき不利になる。

このように生徒達は一般に自由研究と授業とのかかわり合いを高く評価しているようである。しかし研究時間とか評価の面で否定的な受け止め方もみられる。

Ⅲ 学習成績と自由研究

継続的な「自由研究」を授業と同様に重視している小祿中学校では、「自由研究」レポートの評価についても種々配慮されている。毎学期レポートを提出させ、評価をしているが、その際、次のような評価表によって細かい事項ごとに評価をしている。具体的な評価の観点を示し、その配点まで明示しているのは、この評価表を単に評価のためだけのものにとどめず、研究の方法に対する指導をこれを通して行うねらいを持っている。また、表末の余白に批評を書き、教師と生徒のコミュニケーションの手段の1つとして用いている。評価の観点の設定、それに対する配点については教師によって少しづつ違いがあるが、例示してある評価表は標準的なものである。この評価表による評価点を、各々100点満点の中間テストと期末テストの評価点に、そのまま加算して理科の評

研究レポートの評価

	評価の観点	配点	得点
1	期日に提出したか	10	
2	先生と相談したか	10	
3	記録ノートを使用してい	20	
4	研究期間	30	
5	継続研究か前の実験の問題を研究しているか	10	
6	ねらいは具体的か	10	
7	測定値はあるか 実験の回数は適切か	30	
8	図表・グラフで説明されているか	30	
9	条件の統一はされているか	30	
10	観測器具、観測方法などの工夫・アイデア	30	
11	疑問点、問題点はだしてあるか	20	
12	まとめ方(読みやすさ、わかりやすさ等)	20	
批評		合計	250

価点としているので、評価の面からみると、正規の授業での学習よりむしろ「自由研究」の方を重く見ていると見てよい。

筆者らは、生徒の実践している「自由研究」の内容を詳しく検討するため、昭和49年に3年に在学していた生徒たちのレポート綴り約500人分を預り保管している。生徒はレポート綴りに毎学期の評価表を綴りこんであるが、2年の1学期から3年の2学期までの5ヶ学期分の評価表が完全に揃っているのは約80人分であった。これらの中から、男女の数をほぼ等しくして、55人分をぬきとり、自由研究レポートの評価点分布と普通授業のテストの評価点(中間テストと期末テストの評価平均点、以後テスト評価点とよぶ)分布の相関を調べるための資料とした。資料の選択は、前述したように、5ヶ学期分について評価表が完全に揃っている55人分を選んだわけであるから、統計的な手法にしたがった標本抽出にはなっていない。しかしながら、2年1学期と3年1学期のテスト評価点についての度数分布図(図1)を見ればわかるように、対象としている55人の分布の状況と、彼らの在籍している8ヶ学級分の分布状況が、幸に、ほぼ似ている。したがって55人分の資料から学年全体の傾向を推察することが、ある程度許されるものと考えて、次のような手順で資料を処理する作業を行った。

1 評価表に示されている評価の観点は、教師によりその表現などに少しの違いはあるが、ほとんど一致しておりそれらを次のA, B, Cの三つの類に分類した。

A 態度に関するもの

- (1) 期日に提出したか。
- (2) 記録ノートを使用しているか。
- (3) 先生と相談したか。
- (4) 継続実験か、前の実験の問題点を研究しているか。
- (5) 研究期間はどうか。
- (6) 研究日誌はつけているか。

B 研究の方法に関するもの。

- (1) 条件統一はできているか。
- (2) 図・表・グラフを有効に利用して説明されているか。
- (3) 測定値があり、実験回数は適切か。
- (4) 考察は客観的か。

C 創造性に関するもの。

- (1) 測定器具のくふうはどうか。
- (2) 疑問点、問題点の出し方はどうか。
- (3) 実験方法のくふうはどうか。
- (4) アイデアはどうか。

A類に属する観点は自由研究にとりくむ生徒たちの真剣さの尺度となるものであり、B類は探究の方法の訓練に関するもの、C類は創造性の育成に関するものである。その他、テーマは適切か、ねらいは具体的か、レポートのまとめ方はどうか、などの観点は分類の対象から除外してある。このような分類を行ったのは、態度、研究方法、創造性に関する評価点の分布が、各々、テスト評価点分布とどんなかかわりをもつかを知りたいためであった。

2 次に55人の対象者各人について、5ヶ学期にわたり、各類ごとの得点を算出した。例えば、A類に属する諸観点の得点を合計し、配点と比較して合計点を100点満点に換算しA類の得点としている。

3 さらに、A、B、C各類の得点を合計し、3で除してこれを自由研究の総評価点（以後、自由研究評価点とよぶ。）とした。勿論、100点満点である。我々の場合、態度、方法、創造性が自由研究の要素として対等の重みをもつとの見地に立って総評価点を算出したのであるが、これは小緑中学校の教師たちの評価観点のおもみのとり方と一致してはいない。教師によりおもみのつけ方に差がある面もみられ、これは自由研究評価の問題点の一つであろう。

4 次に、各類に対して、評価点の高さの順序に、ほぼ同人数が属する、上位、中位、下位の3つのカテゴリーを設定した。テスト評価点についても同じ要領で上位、中位、下位のカテゴリーを設定した。

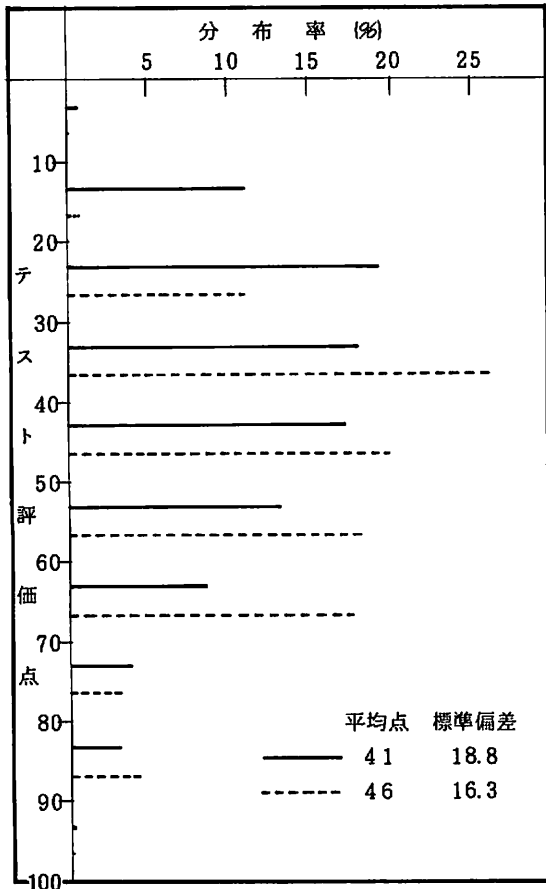


図1-1 2年1学期のテスト評価点の分布

※ ——: 8クラス364人の分布パーセント

-----: 資料として扱った55人の分布パーセント

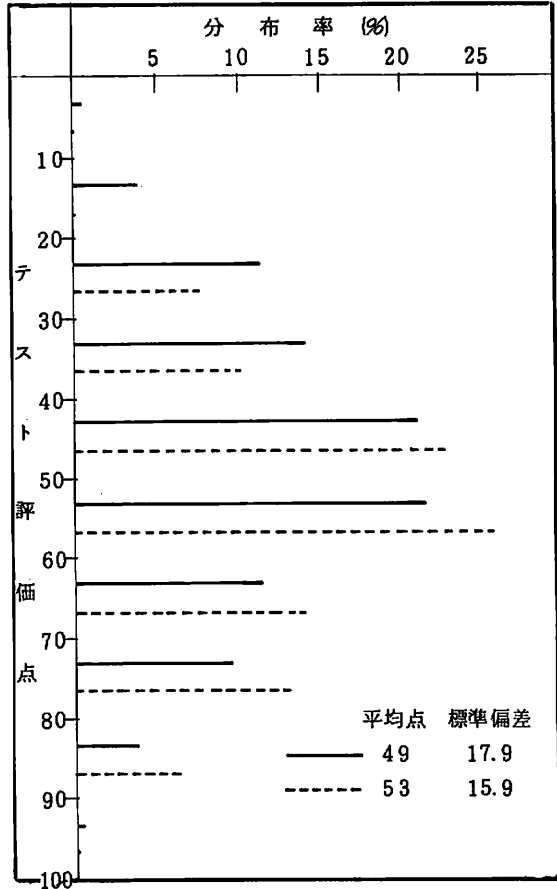


図1-2 3年1学期のテスト評価点の分布

※ ——: 8クラス364人の分布パーセント

-----: 資料として扱った55人の分布パーセント

5 同じ学年学期のテスト評価点に関する上, 中, 下位の3つのカテゴリーと自由研究評価の各類の評価点に関する上, 中, 下位の3つのカテゴリーを組み合わせる3×3分布分割表を作り各分割区分におちる人数を算出した。同様な事を, テスト評価点と自由研究評価点の組み合わせについても行った。

結局, 2年の1学期から3年の2学期までの5ヶ学期の各学期について, テスト評価点と自由研究の3つの類別評価点及び自由研究評価点の組み合わせで4つの3×3分布分割表を準備した。1年の各学期と3年の3学期が除かれているが, 理由は該当学年が1年生の頃は自由研究の実施方法がまだ安定していない時期であったことと, 3年の3学期は卒業前で自由研究を実施していないためである。

表1は, テスト評価点と自由研究評価点の組み合わせによる3×3分布分割表であり, 2年の1学期から3年の2学期にわたるものである。各分割区分の中央にある数値が真の分布人数(n_{ij}), 分割区分の右下に小さく記してあるのは, テスト評価点に関する各カテゴリーへの人数分布と自由研究評価点に関する各カテゴリーへの人数分布が全く関連がないと仮定したときの期待分布数(n'_{ij})である。左上の小さい数字は $(n_{ij} - n'_{ij})^2 / n'_{ij}$ の値で, 期待分布数 n'_{ij} からの真分布数のずれの大きさの目安となるものと見做してもらいたい。この場合, 両分布の連関係数(C)は次式で算出される。

$$C = \sqrt{\frac{(n_{ij} - n'_{ij})^2}{n'_{ij}} / 55 \times 4}$$

表1-1 テスト及び自由研究評価点
分布の連関(2年1学期)

		自由研究評価点			
		上	中	下	計
テスト評価点	上	1.07 8 5.6	0.22 7 5.9	2.28 2 5.6	17
	中	1.92 3 6.5	0.17 8 6.9	0.92 9 6.5	20
	下	0.21 7 5.9	0.79 4 6.2	0.21 7 5.9	18
計		18	19	18	55

C = 0.19

表1-2 テスト及び自由研究評価点
分布の連関(2年2学期)

		自由研究評価点			
		上	中	下	計
テスト評価点	上	1.67 9 5.9	0.01 5 5.3	1.41 3 5.9	17
	中	0.12 6 6.9	0.23 5 6.2	0.63 9 6.9	20
	下	0.79 4 6.2	0.37 7 5.6	0.10 7 6.2	18
計		19	17	19	55

C = 0.16

表1-3 テスト及び自由研究評価点
分布の連関(2年3学期)

		自由研究評価点			
		上	中	下	計
テスト評価点	上	1.07 8 5.6	0.19 8 6.9	2.28 2 5.6	18
	中	0.00 6 6.2	0.35 6 7.6	0.54 8 6.2	20
	下	0.97 3 5.3	0.04 7 6.5	0.58 7 5.3	17
計		17	21	17	55

C = 0.17

表1-4 テスト及び自由研究評価点
分布の連関(3年1学期)

		自由研究評価点			
		上	中	下	計
テスト評価点	上	2.87 10 5.9	1.66 3 6.2	0.14 5 5.9	18
	中	1.66 3 6.2	1.80 10 6.6	0.01 6 6.2	19
	下	0.14 5 5.9	0.01 6 6.2	0.21 7 5.9	18
計		18	19	18	55

C = 0.20

表1-5 テスト及び自由研究評価点
分布の連関(3年2学期)

		自由研究評価点			
		上	中	下	計
テスト 評価点	上	2.71 9 5.2	0.00 7 6.9	2.57 2 5.9	18
	中	0.01 6 5.8	0.05 7 7.6	0.03 7 6.5	20
	下	3.15 1 4.9	0.04 7 6.5	2.12 9 5.6	17
	計	16	21	18	55

C = 0.22

対象人数が55人という貧弱な数であり、資料のぬきとりも統計的に正しい手順を踏んでいないので、表1からよみとれる傾向を全体的な傾向として確言するわけにはいかないが、興味ある事に気づいたので以下に紹介しておきたい。

(1) テスト評価点上位のものの自由研究評価点に対する分布のようすは、学期が進行していき自由研究の経験が深まっても、それほど変りはない。自由研究でも高い評価点を得る傾向がある。そして2年の時に比べて3年の時には、この傾向が幾分強くなっているようすがうかがえる。

(2) テスト評価点中位のものは、2年の各学期とも自由研究評価点では、むしろ下位に属するものが多い。しかし、この傾向は学期進行とともに段々弱くなり、3年の時には自由研究評価点が下位にあるとは言えなくなる。

(3) テスト評価点下位のものでは、一貫して自由研究評価点も下位に属するものが多い。しかし、2年の1学期で上位に食いこんでいるものがかなりあり、2学期には中位に食いこんでいる型になっている。2年3学期には、こうした傾向が消えていき、3年の時には自由研究評価点も下位にとどまるという型になってくる。

(4) 連関係数は、何れも0.2程度で大きくないが、相関の内容を細かくみると経時的な変化が見られる。テスト評価点上位者については順相関のようすがほぼ一定に保たれているが、中位者については、逆相関の状況から始まり、その程度が低くなり3年の時には順相関のようすに転化する。テスト評価点下位者は、初めから順相関の状況を保っているが、最初はその程度が相当に低く、それが学期進行とともに高くなっていく傾向にある。

以上のことから、はっきりしたことではないが、次のような推察が成り立ちはしないかと思っている。その1つは、2年の初期にはテスト成績下位のものの一部が、自由研究では頑張り好評価を得ているのに対して、中位のものは自由研究についての努力が足りず下位のものよりむしろ悪い評価を得ていることである。また、テスト成績下位者の一部が2年の2、3学期頃に中位者と入れかわっているが、それ以後は入れかわりは見られないということである。テスト成績下位の一部のものが、自由研究で頑張っただけの中位のものと交替した理由として次のようなことが考えられる。1つは、理科の評価がテストと自由研究の両方を加えてなされるので、テスト成績が悪いとき、自由研究で努力して理科の評価を稼ぐということである。これが真であるならば、成績下位者の自由研究で頑張るという傾向は、各学期にわたって見られるはずであるが、表1では、こうした傾向は2年の3学期頃から消えてしまう。もう1つは、元来、自然の事象に対する興味関心をもつような機会にめぐりあうことなく理科に対する関心も低くテスト成績下位であったものが、自由研究を実行することにより自然事象に対する目を開かれ、理科という教科にも関心を抱くようになりテスト成績も向上したという場合である。これらの者は成績が上がり、その能力に応じた位置で落ち着くと考えれば、3年の時には、テスト成績の上・中・下位にかかわらず順相関傾向になることが納得できるような気がする。貧弱な資料をもとにして、余りにも大胆な推測をしていることを恐れているが、自由研究が1つの推進力となって、生徒たちのもつかくされた可能性をひき出し、理科学習を前進させていると解することができれば、理科教育のあり方に有効な示唆を与えるものと思われるので、敢えて報告しておくことにする。

なお、A、B、C類の評価点とテスト評価点の分割表についても、上述したのとほとんど同じ分析結果しか得られなかった。我々の期待に反して類ごとに特徴ある関連のようすを示すということとはなかったため、これらについては言及しない。

IV 創造性の育成の場として

本項では分析の視点の一つとして自由研究における生徒のアイディアについて取り上げ理科教育の目標の一つである創造性の育成に自由研究がいかに効果的であるかについて検討した。

生徒の提出した膨大なレポートの中から3か年間の資

料がまとまっているものを40点ほど選び出し、アイデアの発生の場面やどのような内容のアイデアであるかについて調べた。

研究の継続性とアイデア

生徒たちは、自由研究を始める際に1年から卒業するまで継続して研究できるようなテーマを選定するように指導を受けている。しかし、生徒がこのようなテーマを自主的に選定するというはすこぶる困難なようである。アンケート調査の結果によると2年の中ば頃までは大多数の生徒が数回テーマを変更しているのが実情である。しかし、2年の後半からはようやく安定してきてテーマを一つにしぼって卒業まで研究していくのが一般の生徒の傾向である。今回は、テーマを頻繁に変更している生徒の研究と、一つのテーマで長期間継続して研究している場合とではアイデアの発生に関してどのような相違があるかについて分析を行った。ここではテーマの変更の多い生徒のレポートと、それとは対照的な、一つのテーマで長期間継続して研究している生徒のレポートを事例として示すことにする。

<事例1> テーマの変更が多い場合のアイデア

(図2参照)

1年の2学期に「太陽熱量の測定」というテーマで放射熱の測定をしているが、これは授業の延長として、あるいは自由研究を始める前のトレーニングの意味を含めて教師がクラスの生徒全員に与えた共通の課題である。1年の3学期以降のテーマは生徒の自由意志によって選定されたものである。1年3学期に「植物の水はどこからでていくか」のテーマで植物の葉の表と裏の蒸散量を測定し、結果として葉の表と裏と差異のあることを示している。また、2年1学期には「植物と光」のテーマで植物の成長と光との関係を調べているが、いずれも既習教材を延長的に取り扱ったものである。2年の夏休みには「天気図調べ」と「気体のとけ方」の二テーマについて研究しているが、「天気図調べ」では新聞の天気図を1か月間収集し、それと気温との関係を検討している。「気体のとけ方」についてはもっぱら参考書からの引用である。2年2学期には水やエチルアルコール等「液体の膨張」について実験しているが、このテーマも既習教材を延長的に取り扱ったものである。2年3学期は「金魚の呼吸回数」をテーマにして環境(水温)のちがいによって

研究期間 (学年-学期)	研究テーマ	内容とアイデア
(1-2)	太陽熱量の測定	既習教材の延長・再確認
(1-3)	植物の水はどこからでていくか	既習教材の延長・再確認
(2-1)	植物と光	既習教材の延長・再確認
(2-夏休み)	天気図を調べて・気体のとけ方	天気図と気温との関係 酸素や二酸化炭素等について参考書から引用
(2-2)	液体の膨張	既習教材の延長・再確認
(2-3)	金魚の呼吸回数	呼吸回数と水温との関係
(3-1)	シャボン玉	石けん水の濃度、 石けん水の温度、 ストローを石けん水につける時間
(3-夏休み)	シャボン玉	石けん水の濃度、 石けん水に他の物質を添加
(3-2)	シャボン玉	ストローの材質、ストローの切り口の形

図2 テーマの変更が多い事例

呼吸回数がどのように変化するかを観察しているが、ここに至るまでには実験の方法や実験結果のまとめなどに特にこの生徒のアイデアらしいものは見当たらない。この事例ではこれまでに学期が変わるごとにテーマを変更してきたが3年では継続研究の意義を自覚するようになり「シャボン玉」のテーマで1学期から2学期にかけて研究を行うようになった。ここでは日頃疑問に思っていたことをのびのびと実験をするようになり、生徒自身の力で問題を次から次へと解決していている。次にその経過を示すことにする。

- ア) 1学期：シャボン玉の大きさは
- 1) 石けん水の濃度によって
 - 2) 石けん水の温度のちがいでによって
 - 3) ストローを石けん水の中につける時間によって
- どのようにちがうか比較検討しているが、その内容については小学校で学習済みである。
- イ) 夏休み：シャボン玉の大きさは
- 1) 石けん水の濃度によって (1学期の継続)
 - 2) 石けん水に洗剤以外の物質 (食塩・ベンゼン等) を加えたとき
- どのようにちがうか比較している。
- ウ) 2学期：シャボン玉の大きさは
- 1) ストローの材質によって
 - 2) ストローの切り口の形によって
- ちがいがあがるのではないかと問題意識で紙やアルミ

箱でパイプを作り、市販されているストローと比較している。また、ストローの切り口の形がシャボン玉の出来方に影響するのではないかとということで、ストローの切り口の形を変えて比較している。石けん水の濃度や温度とシャボン玉の出来方についてはすでに小学校で学習してきたことであるが、それを基礎にして実験の後半からは石けん水の中に食塩やベンゼンを入れて比較したり、ストローの材質や切り口の形を問題にして実験を進展させていることは、この生徒独自のアイデアによるものと推測される。

<事例2> 継続研究とアイデア (図3参照)

この事例はテーマの変更が極めて少なく、2年の初めから3年までもっぱら「種子の発芽」をテーマにして継続研究を行ったもので、なかなかアイデアに富んだ研究の一つである。1年では「熱の移動と保温」をテーマにして熱の放射・対流・伝導について実験し、その結果をもとにして保温の方法を考えようと構想をたてているが、熱に関する実験を一応すませた段階でこのテーマは放棄している。保温についてはまったくふれていない。既習教材を延長的に取り扱った程度である。2年の1学期に野外で入手した植物の種子の発芽実験を試みたが、それがまったく発芽しなかったことからその原因を考える中で種子には寿命があるのではないかと課題に発展している。この生徒の研究の経過の中で特にアイデアに関する事項をひき出してみた。

研究期間 (学年-学期)	研究テーマ	内容とアイデア
(1 - ?)	熱の移動と保温	既習教材の延長・再確認
(2 - 1)	種子の寿命	種子の発芽の実験・発芽率
(2 - 夏休み)	種子の発芽	芽は上に向いてのびるのか、根は下に向いてのびるのか 実験装置の考案
(2 - 2)	種子の発芽	実験装置の改善
(2 - 3)	種子の発芽	実験装置の改善 根の長さの測定方法-考案
(3 - 1)	種子の発芽	実験装置の改善
(3 - 夏休み)	種子の発芽	これまでの実験の再検討
(3 - 2)	種子の発芽	実験・観察データの整理とまとめ

図3 継続研究の事例

2年1学期：種子が発芽しないのは、種子そのものに問題があるのではないかという予想にもとづいて、発芽のための条件を整え実験した結果、種子は結実してから時間が長くと古くなるにつれて次第に発芽しなくなるという知識を習得している。

2年夏休み：発芽した後の「芽は必ず上に向いてのびるのか、根は必ず下に向いてのびるのか」という問題に発展し、芽や根の伸びる方向について実験している。自然のままの状態では伸びた芽や根と、発芽したばかりの種子を回転盤（プレイヤー）の上のせて回転させた場合の芽や根の伸び方を比較観察している。さらに、発芽したばかりの種子を時計の振子のように左右に運動させながら成長させた場合の芽や根はどの方向に伸びるのかという実験を3年の夏休みまで継続している。この生徒は、長時間にわたって観察するためには植物に水分や栄養分を与えなければならないことに気がつき、水分や栄養分を補給する装置を考案している。

2年2学期：2年夏休みの実験をさらに正確なものにするために回転盤や左右に運動させるための実験装置の改善に努力している。

2年3学期：曲りくねった根の長さを測定する方法として湿めらした糸を使うことを思いついている。

3年1学期：これまでの実験を確認しながら水分や栄養分を補給する装置の改善に努力している。

3年夏休み：これまでに工夫してきたことを全て網羅し、実験を再確認している。

3年2学期：これまでにを行った実験のデータを整理しまとめをしている。

創造的な活動の場

自由研究レポートの中には一斉授業では見ることの出来ないひらめきのあるすばらしいアイデアや奇抜なアイデア等、さまざまなアイデアが見られる。アイデアの発生の場面は、アイデアの質的なことを別にすれば研究の各段階でみられるが、大ざっぱに見ると次の3つの場面が考えられる。

ア) 問題を発想する場面でのアイデア

- 「種子の発芽」の研究における「種子を回転させると芽や根はどの方向にのびるだろうか」
- 「カビの研究」における「カビによって製造された食品に、またもう一度カビがはえるだろうか」
- 「漫湖の野鳥」の研究における「広い干潟のごく一部に多くの野鳥が集まるのが観察されるが、それはなぜだろうか、鳥のえさになるカニ類やミミズが多いのだろうか」

などの疑問は自然を細かく観察する中で生ずるアイデアである。

イ) 実験方法や実験装置を工夫する場面でのアイデア

- 「種子の発芽」の研究における回転盤や給水装置の考案
 - 「砂浜の2枚貝の分布調査」における移動できる車付きの大型ふるいの考案
 - 「漫湖の野鳥」の研究における泥地を能率よく歩くための下駄の考案
- など実験の方法や実験装置を製作する過程で中学生らしいアイデアが数多く見られる。

ウ) 実験・観察のデータを整理し解釈する場面でのアイデア

- 「瀬長島海岸の生物の研究」において、ウミユナは砂の表面に出て活動しているのが周期的に観察されるが、それは月の満ちかけと関係しておこる現象であることを多くのデータから生徒自身の力で導き出している。
- 「木星の衛星の研究」における、木星のうごきの観測データをグラフ化することによって衛星の周期の算定に成功している。

自由研究と創造性

前の報告¹⁾において、「新しいものが創りだされる場合は偶発的な所産である場合もあるが、多くの場合は何か必要にせまられた中で四苦八苦の揚句生みだされるものである」と述べたが、ここで事例として挙げた生徒たちの研究レポートは、そのことを如実に物語っている。授業中は生彩のあがらない存在の生徒も、一旦生の自然の中から、これぞと思われるような問題を引き出し、興味の溢れる中で研究にたちむかっている時には、大人も及ばないような創造力を発揮する。シャボン玉の研究、種子の発芽の研究、木星の衛星の研究などは、その良い事例である。それらに共通して言えることは、自然を細かく精密に観察していること、長い時間をかけておなじような実験・観察をおこなっていることである。1時間そこの授業時間での実験や観察からは、なかなか優れたアイデアは生まれてこないが、生の自然の中にとびこんで、生徒が本当に興味をもって問題にたちむかい忍耐強く観察や実験を続けていくうちにアイデアは必ず生まれてくると言えそうである。そういう意味から自由研究は授業に比べて創造性の育成により適しているといえる。

V まとめと考察

以上、述べてきたことを、自由研究と一斉授業とのつながりを主眼点として要約しておく。

(1) 生徒の自由研究のテーマ選定は、種々の動機に分類できるが、その発生源に視点を据えてみると、授業と関連して選ばれることが極めて多い。授業で習得した知識の発展的または応用的なテーマを選んでいるものの中には、授業における学習過程で生じた疑問をそのまま放置してしまうのではなく、自由研究の中で疑問を解決してゆき、教科書で示されるレベルを越える知識を得ている望ましい理科学習のあり方を端的に示している例もある。この望ましい事例は、正規の授業と並行して、自由研究が継続的に行われている小緑中学校におけるような理科教育システムの中でこそ可能であると考えられる。反面、授業での既習事項と関連してテーマを選んでいるといっても、小学校レベルの既習事項を選び、研究そのものが中学校生徒としての能力を生かしきれない低次元のものに終わってしまう例がみられるのは注意すべき点で、テーマ選定の時に、教師の適切な指導・助言が望まれる。

(2) 授業と自由研究が並行して行われ、また、自由研究テーマとして授業における学習事項と重なっているものが多いということは、生徒の自由研究成果を正規の授業に、フィード・バックさせて利用することを可能にしている。この事は、生徒たちに授業に対する親しみを持たせ、理科学習への興味と関心を倍加させるのに、極めて有効な方法である。また、生徒たちに自主的学習についての大きな自信を植えつけるのにも役立っている。この場合、問題になるのは、生徒の自由研究テーマ選択は全く自由に行っているため、授業と有機的につながるといっても、年間のカリキュラムの中に計画的におりこんで利用するというようなことができない点にある。

(3) 自分で計画し自分で実験や観察をする自由研究を通して、生徒は、条件統一や結果の処理など、ある程度方法的なものが身につく。また、理科実験室内の諸器具にも馴染み、その操作にも慣れてきている。そのため、普段の授業の実験の場合にも、器具とその操作の説明に余り時間をかけずに済み、また、みんなが積極的に参加し、実験をスムーズに進行させ、実験本来の目的である結果から何かを推測するというまとめの討議に時間を十分にとることができる。したがって、単に実験のまとめに終ることなく、討議を深めて、新しい疑問を見出し、次の学習意欲につながる理科学習のopen end的性格に生徒が気付くようになっていく。また、こうして得た疑問を自由研究にもちこみ、授業の発展的学習を自主的に

行う例も見られる。

(4) 正規授業のテストの評価点分布と、自由研究レポートの評価点分布の関連を通して次のようなことが考察できる。

授業成績上位の生徒たちは、自由研究のレポート評価成績も比較的上位にあり、授業での学習により得た能力の定着度が自由研究によってより増幅される傾向がみられる。また、授業のテスト評価で下位にあった生徒たちが、理科の総合評価点の向上、あるいは自由研究による自然事象への興味・関心の深まりなどが原因になるものと思われるが、授業での成績も向上させてゆく様子もみられ、確言できないにしても、興味ある傾向がうかがえる。小緑中学校の理科の教師が、自由研究活動を始めるにあたり設定した「ひとりひとりが喜び、進んでやる理科教育をめざして」という目標に近づいている事実と解される。また、それまで理科学習における可能性を秘めていながら成績が下位にあった生徒たちの可能性を自由研究の活動によって引き出されたとすることができれば、理科教育に対する大きな示唆となり得る。

(5) テーマを変えずに長く継続している自由研究に、ゆたかなアイディアや工夫といった流動的探究の特徴がみられることは、探究の方法習得と時間についての問題を提起する。制限された時間内で学習する普通授業は、知識の習得とパターン化された科学の方法の訓練には役立つにしても、流動的探究能力の育成をめざすためには授業のあり方に格段の工夫を必要とする。

上の(1)～(5)に略述した自由研究と授業の有機的なかわり、自由研究と授業が並行して継続的に行われている場合に可能であることを再言しておきたい。クラブ活動としての自由研究では一部の生徒についてだけ、理科学習と結びつくものであり、また、夏休みなどの長期休暇に課題として行う自由研究も、それなりの意義はあるにしても、研究の途中過程に教師の指導助言を及ぼすことが難事であり、ともすると一つの課題解決、あるいは作品製作にとどまり、理科教育において必須の位置を得るにはいたらない。

有機的なつながり、または、かかわりという言葉を用いたが、望ましい形は、自由研究と授業とがダイナミックな相互作用をもつことである。

正規の授業は、現状では教材の量、時間の制限などのため、どうしても体系的知識を与える方に重みをおいた学習の場とならざるを得ないのが普通である。また、(5)でふれたように探究方法の習得をもちこむにしても安定的探究方法の学習が精一杯という状況にしかなり得ない。

しかし、授業と並行し、継続して、生徒たちが自身の発想・工夫により推進している自由研究の場は、安定的及び流動的探究能力の育成を主たるねらいとする学習の場になることができる。小祿中学校の場合は、授業と自由研究を一体として理科の成績評価を行うことにより、二つの場を結合して一つの理科教育として考える立場を明示しているが、学習主体者である生徒自身の中で、これら二つの学習の場が有機的につながり、知識と科学の方法の習得、そして探究能力の開発が一体となり螺旋状に発展するとき、ダイナミックにかかわっているとよいであろう。そうした効果を限られた資料から客観的に把握することは難しいが、55名の生徒たちの授業テスト成績と自由研究レポート評価の関連の様子を、(4)で述べたように小祿中学校の理科教育システムでは、こうしたダイナミックな効果が現われていることを余り明確ではないながらも示しているのではないかと考えている。今後、もっと適切な分析方法を利用して効果が測定できるよう考えてみたい。

最近、ゆとりある教育という名のもとに大幅なカリキュラム改革がなされる動きがある。ゆとりと言うと、直ちに自由な時間を産み出すことと、ともすればその時間を情操教育などに向けることを頭に浮かべがちである。しかし、自主的に、試行錯誤を許されながら、自分自身で可能性を開拓していく学習、そしてそこには喜びがあったり、満足感を得たり、時には苦しんだ後に問題解決の道を見つけるといったような学習もゆとりある学習と言えはしないだろうか。大学における卒業研究が、大概の場合苦しいものではあるが、卒業後、強く印象に残る事柄であることは、私たちが経験していることである。また、最近では高等学校の理科教育にも課題研究がとり入れつつある。中学校の理科教育のカリキュラムでも、学習事項を精選し、時間を作る必要はあるが、その時間を自由研究という形で、生徒たちが自主的・自律的に継続的な学習活動を展開する場にもふり向けることが出来はしないだろうか。小祿中学校の実践例は、現状では生徒たちが、放課後に、自宅で時間を作らなければならない無理な面もあり、それが教師の負担になっており、教師の情熱で支えられている面もある。しかし、前述したようにカリキュラムの中にくみこまれたゆとりある学習の場としての自由研究が考えられれば、いろいろな矛盾も解消され、みんなが楽しみながら学ぶ理科教育が可能になる事の期待を抱かせるものである。

参 考 文 献

- 1) 新城和治・吉田一晴・山口喜七郎・屋良朝夫・長浜克重 1976：探究理科における自由研究の意義 琉球大学教育学部紀要第19集 第2部 那覇
- 2) 文部省 1974：中学校「新しい理科教育」 東洋館出版社 東京
- 3) 嶋田治・遠藤章・牧野俊男 1974：子どもに探究させる理科の自由研究 東洋館出版社 東京
- 4) 森川久雄 1965：自由研究の与え方 理科の教育 VOL.14 No.6 東洋館出版社 東京
- 5) 小野寺武 1976：小学校理科授業の創造-4 2年 ヒマワリの育ち方の導入で 理科の教育 VOL.25 No.7 東洋館出版社 東京
- 6) 大隅紀和 1975：理科学習の意欲を高めるための自由研究 理科教育 VOL.7 No.79 明治図書 東京
- 7) 大内正夫 1975：自主精神を育てる自由研究の方法 理科教育 VOL.7 No.79 明治図書 東京
- 8) 長浜克重 1977：授業と自由研究の関連をどう考えるか 理科教育 VOL.9 No.106 明治図書 東京