

筋書きのない発想スパイラルを楽しむ

～感じることから始めよう～

明星大学教育学部教育学科 教授 篠山浩文

1. はじめに

今回の学習指導要領の改訂は、「学習する子供の視点」に立つことを基調に進められてきた。「何ができるようになるか」(教育目標論)が上位に置かれ、「何を学ぶか」(教育内容論)および「どのように学ぶか」(教育方法論)がその目標実現の手段として位置づけられている。教科ありきでなく、内容の習得それ自体が教育の最終目標でないことも明示されている。理科においては、『「観察・実験などに関する基本的な技能、問題解決力、問題解決しようとする態度」(小学校)、「科学的に探求するために必要な観察・実験などに関する基本的な技能、科学的に探求する力、科学的に探求しようとする態度」(中学校)』、すなわち、「子供たち自らが問題を見出し、見出した問題に対して仮説を発想し、その仮説を実証する観察・実験を計画・実行し、得られた結果を考察し、まとめる。」といった「自分の仮説をもとに探求する」、表現を変えれば「自分の発想で研究ができる」子供たちの育成が求められている。著者自身にとって、自身の履歴から、「自分の発想で研究ができる」ことはとても楽しいことであるが、多忙な教育現場やこれから教員を目指す学生にとって、上述した目標達成に向けた子供たちとの具体的な関わり方が新たな課題となるのではないだろうか。

一方、著者は、明星大学における教育学部創設に伴い、理科教員を目指す学生と関わることとなって8年目をむかえた。あくまで著者の私見であることを前置きした上で、本学教育学部理科コースに入学してくる学生の特徴を2つ列記する。

(1)「理科」を“わかりやすく教える”ことを第一に考え、大学の授業を受講している学生が多い。

“わかりやすく教える”ことは、教員を目指す学生にとって重要な資質と考えられる。しかしながら、理科コースに所属する学生の中には、理科は“難しい”あるいは“つまらない”といった概念、言い換えれば、もともと理科は好きではないことが前提にあって、その難しさやつまらなさの軽減につながる「わかりやすい授業」を受けた体験をきっかけに理科教員を目指している学生、“わかりやすく教わる”受動的な気質を持った学生が少なからず存在する。学生によっては、これまでに触れたことがない内容が伴う授業に対して、自分から理解しよう・興味を持とうとする能動性の乏しさを「わかりにくい授業」と捉えて、教員の指導方法に対する不満を示す。

(2)「理科の楽しさを伝える」ことを口にする学生が多い。

本特徴も、理科教員を目指す学生にとって当然の資質と考えられる。しかしながら、学生と話しを重ねていくうちに、学生にとっての「理科の楽しさ」は、高校までの「理科」の世界から抜け出せず、手品のよ様な化学実験が楽しい、試験問題を解くことが得意、といった類のものが多い。

本学教育学部理科コースに入学してくる学生に足りないものは何だろうか。その一つとして、「自らが問題を見出し、見出した問題に対して仮説を発想し、その仮説を実証する観察・実験を計画・実行し、得られた結果を考察し、まとめる。」まさに新学習指導要領の目標「自分の発想で研究する」楽しさの経験の乏しさが挙げられよう。「自分の発想で研究する」経験無くして、「自分の発想で研究する」子供たちを育成することは難しい。本課題は、本学学生に限らず、他大学の教員養成課程で学ぶ学生においても抱える課題の一つではないだろうか。

そこで、本稿において、上記課題を解消すべく、理科教員を目指す学生に向けて、「筋書きのない発想

スパイラルを楽しむ」を紹介したい。そもそも「自分の発想で研究する」は、抽象的で難しく感じるかもしれない。実は、自分に正直に「感じる」ことから始めれば「自分の発想で研究する」に繋がる。我々は、日常生活の中で日々行動し、様々な事物に遭遇している。その行動の中で、一人ひとりが喜怒哀楽をはじめとする多様な「感じる」を重ねている。自分自身の感性を信じ、そこから次の行動に結びつけていくこと、これが「筋書きのない発想スパイラルを楽しむ」の始まりである。本稿が、理科教員を目指す学生、さらに研究を志す者や高校生にとって、「自分の発想で研究する」へのヒントの一つになってもらえれば幸いである。

2. 野外で感じたことから始まる「発想スパイラル」

「筋書きのない発想スパイラルを楽しむ」とはどういうことなのだろう。

著者自身の「発想スパイラル」事例の一つとして、あるキノコ「スギエダタケ」との出会いを取り上げたい。

スギエダタケ (*Strobilurus ohshimae*) は、杉の林床(図1)において子実体(キノコ)を発生させるキシメジ科マツカサキノコ属の担子菌で、子実体の傘の大きさが直径0.5～5 cm、柄の長さが1～8 cm、傘の表面が白色あるいはやや灰色、柄は黄褐色を帯び、杉林における希少な食用キノコとして知られているものの、市場では流通していない(図2)。



図1 杉林内 (千葉県山武市)



図2 スギエダタケ (*Strobilurus ohshimae*)

著者が同僚のフィールドワークに同行した際に、偶然スギエダタケと出会い、その人工栽培の成功に至った流れを以下に示す。

1. 杉林でスギエダタケと出会う。(行動)
- 2. スギエダタケの美しさに惹かれる。(感じる)
- 3. スギエダタケを自分の手で育て、栽培できないだろうか。(発想展開)
- 4. 実験室でスギエダタケを培養し、人工栽培を試みる。(行動)
- 5. なかなか思うようにいかない。スギエダタケの人工栽培は難しい。(感じる)
- 6. 人工栽培成功へのヒントを求め、スギエダタケの生態を調査しよう。(発想展開)
- 7. 日本全国の杉林におけるスギエダタケの生態を調査。(行動)
- 8. スギエダタケは、ほぼどの地点においてもリター(落葉層)に埋もれた杉枝からキノコを発生させる。(感じる；発見)
- 9. 8と類似した環境を構築すれば人工栽培可能か。(発想展開；仮説展開)
- 10. 8と類似した環境構築を検討し、人工栽培に成功。(行動；目的達成)

上記のように、スギエダタケとの出会いからすぐに栽培に成功していない。「行動→感じる→発想展開

→行動→感じる→…」の繰り返し(図3：これを「発想スパイラル」と呼ぶこととする)により、スギエダタケの人工栽培に成功した。成功に10年以上を要した。長期間かつ専門的な内容で、学校教育現場における「自分の発想で研究する」へのヒントにならないと思われるかもしれない。本例で最も伝えたいことは、『「フィールドワーク(行動)」→「スギエダタケを美しいと感じる」』である。すなわち、野外を歩くといった日常的な行動で出会った事物に何かを感じ、その自分の感性を信じ、次への行動へと踏み出す一歩が「自分の発想で研究する」に繋がる。「感じる」ことなくして研究は始まらないのである。

さらに、前述した発想スパイラルの中の「7. 日本全国の杉林におけるスギエダタケの生態を調査。」において、「8. スギエダタケは、ほぼどの地点においてもリター(落葉層)に埋もれた杉枝からキノコを発生している。」を感じたことに加え、「8'. 杉林内は他の植物種が少ないこと」も感じている。発想スパイラルで感じることは一つとは限らないのである。まさに筋書きのない発想スパイラルである。以下に別の発想スパイラルを示す。

別の発想スパイラル

- 7. 日本全国の杉林におけるスギエダタケの生態を調査。(行動)
- 8'. 杉林内は他の植物種が少ない。(感じる)
- 9'. その原因は杉が産生するアレロパシー物質(他の生物に対する生育阻害物質)によるものではないか。(発想展開；仮説展開)
- 10'. アレロパシー物質としてカテコール(フェノール性化合物)をモデルにカテコールと菌類の関係を実験室レベルで検討。(行動)
- 11'. カテコール濃度0.3%以上で、多くの菌類は生育できない。カテコール濃度0.2%で生育する菌類の特徴を調べたところ、それらが生産するヘミセルロース分解酵素はカテコール配糖化能を有する。さらにその酵素の中に、これまでに知られていない機能を有する新規酵素を発見。(感じる；発見)
- 12'. 新規酵素を用いて、様々な有用物質を合成できないか。(発想展開)
- 13'. 薬理効果等が期待される配糖体の合成。特許「チロシナーゼ阻害剤」取得。(行動；発明)

上記「発想スパイラル」は、前述した『「1. スギエダタケとの出会い」→→「10. 人工栽培に成功』とは異なる新たな発想スパイラル『「1. スギエダタケとの出会い」→→「13'. 特許「チロシナーゼ阻害剤」取得』といった、いわば「新たな発想スパイラルの島」が構築されている(図4)。詳細は省略するが、こ

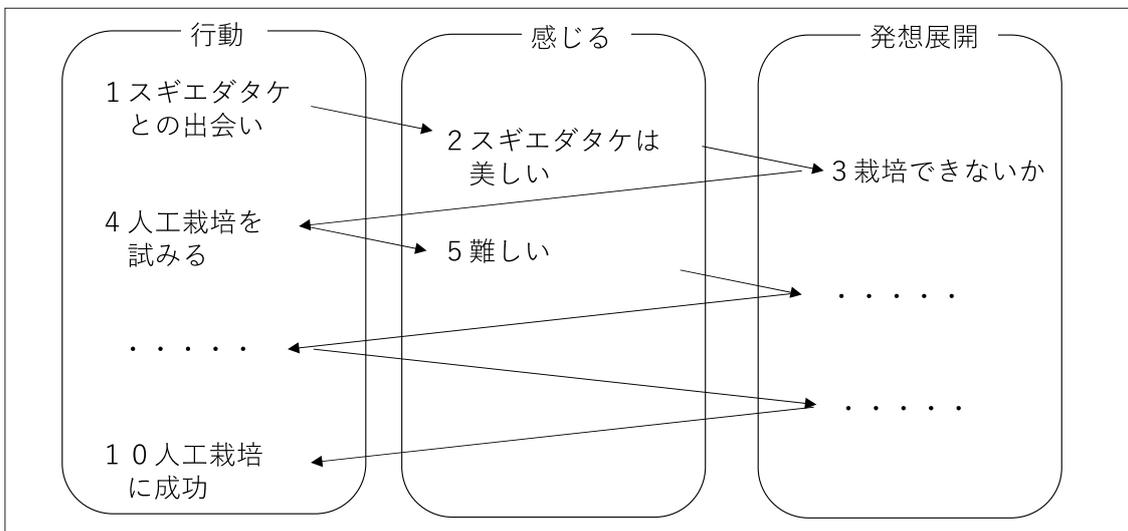


図3 発想のスパイラルのイメージ

のほかに、「杉生葉から分離したカビによる消臭剤の発明」といった別の「発想スパイラル島」も存在する。自分の感性を信じ、行動することにより、様々な発見や発明が生まれるのである。

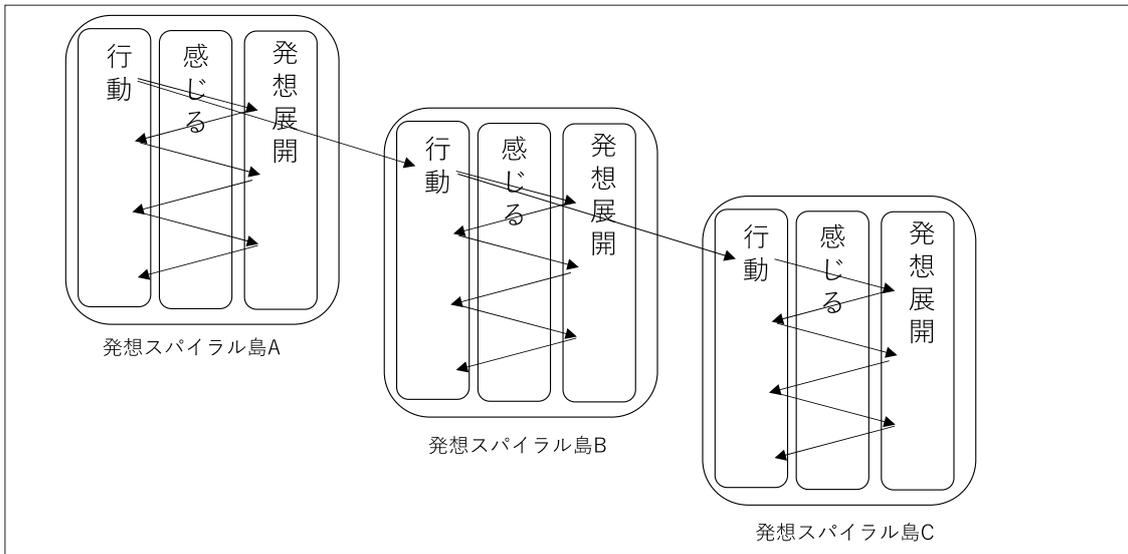


図4 新たな「発想のスパイラルの島」が生まれるイメージ

3. グループ活動による「発想スパイラル」

「1. はじめに」において、本学教育学部理科コースに入学してくる学生の特徴として「自分の発想で研究する」経験の乏しさを指摘した。「自分の発想で研究する」意欲はないのだろうか。本項では、本学学生の可能性を示す発想スパイラル例を紹介する。

著者が担当する授業の一つ「教育実践ゼミ」では、「やりたいことをやろう」を掲げて授業展開している。平成27年に卒業したゼミ生グループ(4名)において、以下の発想スパイラルが展開した。

1. 一人の学生が、本人の希望により備長炭を用いた炭電池を作製。(行動：一人)
- 2. 豆電球が明るく灯らない。(感じる：ゼミ生全員)
- 3. どうやったら明るくすることができるだろうか。(発想展開：ゼミ生全員)
 - ・ (長い備長炭を用いる？備長炭を複数つなげる？食塩水に代わる溶液を用いる？など多様な発想展開)
- 4. 発想に基づく様々な炭電池を作製(図5)。(行動：ゼミ生全員)
- 5. 予想通りの結果や意外な結果に遭遇。食塩水の代わりに「牛乳」を用いても起電することを発見。(感じる；発見：ゼミ生全員)
- 6. 牛乳に興味を示す。もっと調べてみよう。(発想展開：ゼミ生全員)
 - (牛乳の成分は？製品の味くらべをしたい、バターを作りたい、身近な牧場はどこ？など多様な発想展開)
- 7. (行動：ゼミ生全員)
 - * 行動例を以下に示す。



図5 発想に基づく様々な炭電池の作製

(行動例7-1)「市販の牛乳を複数種購入し、味くらべをする。」

成分の違いを“舌で感じよう”と市販の牛乳を複数種購入し、味くらべをした(図6)。
→日々飲み慣れている牛乳を美味しく感じる？(新たな「感じる」「発想展開」へ)



図6 市販牛乳と味くらべの様子

(行動例7-2)「市販の牛乳からバターを作る。」

余った市販牛乳を用いて、バター作りに挑戦した(図7)。
→HP等では「市販牛乳からバターは作れない」と書いてあるが、できるではないか。(新たな「感じる」「発想展開」へ)

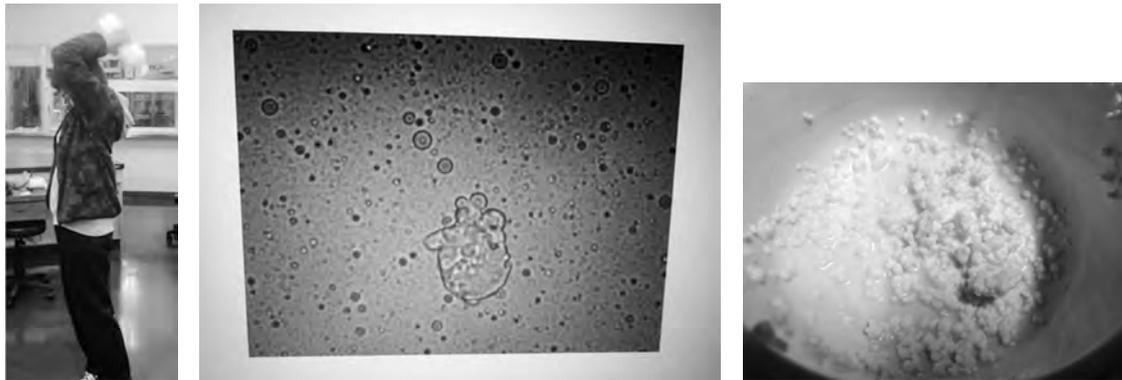


図7 バター作り(市販牛乳を激しく振盪→脂肪球の観察(協力:教育学部富樫伸教授)→得られたバター)

(行動例7-3)「身近な牧場はどこ?→百草ファームの存在を知る。→見学に行く。」

生乳を得るための牧場探しの結果、日野市内に「百草ファーム」が存在することを知り、現地調査を試みた(図8)。
→住宅地に牧場があるがエサや臭い対策はどうしているのだろうか?(新たな「感じる」「発想展開」へ)



図8 百草ファーム(日野市百草)における調査

上述した発想スパイラルは、まさに「炭電池→→→牧場」といった「筋書きのない発想スパイラル」であった。本発想スパイラルの特徴は、最初は一人で始めた「炭電池の作製」を「作って終わり」でなく、「豆電球が明るく灯らない」といった「感じる」をゼミ生全員で共有し、ゼミ生全員の強い探究心を基盤に次への発想展開、行動へ繋いでいったことである。本学学生は「自分の発想で研究する」意欲はないどころか、「自分の発想で研究する」可能性に満ち溢れているのではないだろうか。その可能性に寄り添うことが我々教員の学生に関われる役割の一つであろう。

4. おわりに

昨今、科学技術立国の観点から、「科学コミュニケーション」の重要性が叫ばれている。文部科学省では、「国会、政府をはじめ研究機関、教育機関、学協会、科学館、企業、NPO法人等の団体、研究者・技術者、国民・住民等の個人などの間で交わされる科学技術に関するコミュニケーション活動で、非常に幅広い内容を包含するもの」と定義している。さらに、文部科学省所管の科学技術振興機構（JST）では、学校、科学館、大学、研究機関、民間企業等と連携して、図9に示されるような「理数好きな子供の裾野を広げるとともに、才能を育成する」「理数系教育を担う教員の指導力向上を支援する」といったプロジェクトを企画し、推進している。

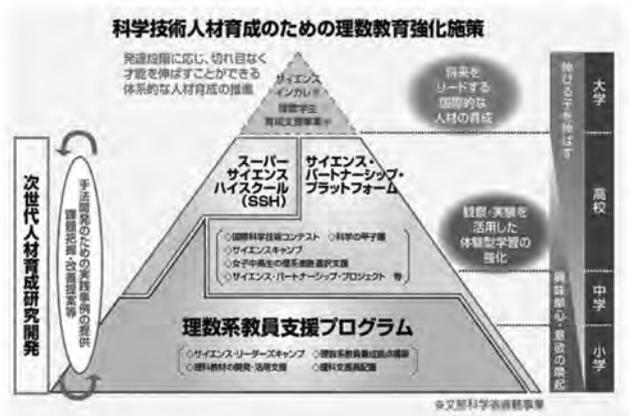


図9 科学技術振興機構の施策（科学技術振興機構 HP より引用）

著者も大学において、「科学コミュニケーション論」といった全学共通科目を担当しており、「科学とは何か」「生活における科学との関わり」等について授業を通して学生たちと考えている。著者は、図9に示されるピラミッド型施策そのものを否定しないが、それが「理数好きな子供の裾野を広げるとともに、才能を育成する」につながる科学コミュニケーションモデルなのか、疑問に感じている。その疑問は、子供たちとのコミュニケーションの在り方に対する考え方や技術・科学観の相違に起因しているのかも知れない。

我々は生きている。そして生きようとする。生きるために先人は知恵を積み重ね、「技」を駆使して、生活に関わる様々な「もの」を生み出し、命をつないできた。その過程で、「もの」「技」の存在や解釈にこだわる“科学する眼差し”が生まれてきたのであろう。ときには「科学」が新たな「技」を生み、新たな「もの」の誕生につながることもあった。人々は、「もの」「技」「科学」を共鳴させながら生活を営み、これからもそれは続くであろう。その未来を担う子供たちの個を育むのが社会の役割とするならば、「科学」といった一方向性を持たせるのではなく、個々の子供たちに秘められた多様な生きる力、創造力、発想力などの個々の可能性にさりげなく寄り添うことこそが、子供たちとコミュニケーションをとる本来の姿ではないのだろうか。「科学コミュニケーション」やその語が子供たちの持つ力や可能性を狭め、足を引っ張ることにつながるとしたら本末転倒である。本稿で示した「筋書きのない発想スパイラルを楽しむ～感じることから始めよう～」が、子供たちや将来教員を目指す学生たちの可能性にさりげなく寄り添うコミュニケーションツールの一つとして寄与することができれば幸いである。