

理科教育の何が問題か—独創性を高める教育をめざして

おおいこういち
(東北大学名誉教授 大野公一)

理科教育の必要性・重要性についてはいうまでもないが、目標をどこに置くかについては多様な観点が存在しうる。理科教育を論ずるときには、まずその目標を定めなければならない。ここでは、理科の素養に基づいて前人未到の発明・発見や新機軸を開く奇想天外な科学の応用を成し遂げることを目標とし、それを担う人材の育成を具体的な課題として掲げることとする。

知恵の涵養

未知の新領域に至るには既成概念に拘泥しない創意が要求される。これは多分に精神性の問題であり、画一的な教育にはなじまない面が強い。一方、未知に至るとはいつても、一足飛びに行けるとは限らず、既知の事物を踏まえることが肝要である場合が多い。既成概念に拘泥しないことと、既知の事物を踏まえることとは、決して矛盾しない。既知から未知への飛翔には、臨機応変に知恵を働かせることが重要であり、知恵をいかにして涵養するかが理科教育に問われている。

理科教育に関連して知恵の涵養を掲げたが、これは何も理科教育に限定されるものではなく、古くからの重要課題である。『論語』為政篇には、「學而不思則罔 思而不學則殆」と記されている。学ぶこと(学習)と思考すること(思索)の本質と相違が絶妙に組み込まれており、教育と研究を如何に為すべきかの原点がここにある。

知恵の涵養は、どのようにしてなされるか。「三つ子の魂百まで」という諺がある通り、幼児期の躰や体験が、後々まで大きくものをいうことは確かである。家庭、幼稚園、保育園の果たす役割は大きい。しかし、知恵の涵養は幼児期に完成するわけではない。小学校以降の学校教育や社会の役割も、きわめて重要である。

「既知から未知への飛翔」を少し深く考えてみると、知の主体が何かで両者の関係は違ってくる。人類にとっての知(公知)と、個人にとっての知

(私知)とでは、根本的な違いがある。公知の拡大と私知の拡大には、大きなギャップがある。研究と教育の違いがここにあるかにも見える。ただし、公知の拡大といえども、私知の拡大によってもたらされるから、私知を軽視することはできない。重要なことは、私知のすべてが公知につながるのではなく、私知の拡大の中に公知につながるものとそうでないものが混在していることである。その中の公知につながるものの本質にこそ、「知恵の涵養」に最も大切な精髓がある。

その精髓はどこにあるのか。それは「わからないことがあったときにどうするか」という個人的行為の中に潜んでいる。個人の問題解決方法を分類すると次のようになる。

- (1) (他の誰かに) 聞いてみる
- (2) (書物などを) 調べてみる
- (3) (自分一人で) やってみる
- (4) (自分一人で) 考えてみる

(1)と(2)は、既知情報を獲得する手法として類似しており、私知では未知でも公知では既知である場合に有効な手法である。この場合、正しい情報を獲得するために誰に聞くか、何を参照するかを選択と、そのためにどのような代償を払うかが重要となる。すぐわかることだが、(1)と(2)は、公知で未知のことには無効である。それに対し、いわば、(3)は実験、(4)は理論であり、私知において既知の領域から未知の領域へと飛翔する可能性を秘めている。だからといって、(1)や(2)より、(3)や(4)の方が常によいとはいえない。公知で既知の問題には、(3)や(4)より(1)や(2)の方が、コストパフォーマンスが圧倒的によいことが多い。ただし、その逆に、自分で(3)や(4)を行う方が早く問題解決できることもある。古文書のヒエログリフのように解読が容易でなかったり、学術論文として発表されていない個人的メモを探り出したり、稀有な情報をもつ個人を見つけ出すことが容易でなかったりなど、(1)や(2)が簡単でないことも決して少なくはない。結論をいうと、(1)(2)と(3)(4)とは相補的な関係にあり、車の両輪のごとく、バランス良く「回る」ようにすることが肝要である。

広く深く学ぶ

現行の理科教育で、果たして上記の(1)～(4)の能力がバランスよく磨かれているだろうか。理科教育に限らないが、日本の学校教育や受験勉強では、(1)～(4)の能力の向上ではなく、解けない問題との遭遇を極力減らすため、知識や公式的な技法の習得に重点がおかれている。そこでいう問題は、大学入試に代表されるような、範囲が限定されて出題される問題である。とどのつまりがどうなるかという、受験問題の解答力についても、社会や研究の現場での問題解決力は、あまりついてはいないということになりがちである。

では、どうすればよいか。まずは広く、かつできるだけ深く学ぶことである。そうすれば、わからなくて困るということが少なくなり、(1)や(2)に頼ることを極端に減らすことができ、また、わからないことに遭遇して(3)や(4)を試みるときに自分だけでどんどん進めることができるようになる。学習が足りないと、やってみようにも知識不足でできなかつたり、思うように考察が進められなかつたりして、非効率になり実行不能になることが多い。

ここでいう学習は、現在の学校教育でかなり行われてはいるが、創造的理科教育を考えると、不安材料はある。(1)や(2)には、国語も外国語も重要である。インターネットも使えた方がよい。社会性も必要である。(3)では、実験の体験が重要であり、(4)では論理的思考力が極めて重要である。集中力や根気など精神力も必要だし、体力もなければならない。これらのすべてにおいて、現状の学校教育で、広くかつ深く学習され十分に鍛錬されているといえるだろうか。

カリキュラムにも問題があり、教科横断的なことや学問階層の上下連携などにおいて、本物の学習が妨げられている面が多々ある。また、長い年月特定教科だけを教えている教師にも、教科の枠で分断され固定化した範囲内しか教えない(教えられない)ということがある。このため、新しい学問の進歩があっても、現場の教師が咀嚼できないことは、教科書にはなかなか浸透しない。また、大学レベルの教科書でも、執筆者が数十年も前に学んだ(鵜呑みにした)範囲でしか執筆しない(執

筆できない)など、学問の真髄や進歩に十分追隨できていないことが非常に多い。由々しい問題には枚挙の暇がないが、教育現場の担い手を変えることは至難である。

自発的問題解決能力と独創的問題発見能力

肝心の「わからないことへの問題解決能力」をどう涵養するかの議論がまだ残っている。解決の方策は単純である。教科内容の丁寧な説明は、ほどほどにし、極力最小限の基礎事項だけの教示にとどめ、生徒各自の問題解決の機会を増やし、(1)～(4)による問題解決の体験を徹底させることである。これには、生徒をよく観察し、生徒の状況に応じて適切に問題を与え、過度にならない範囲で生徒の自発的問題解決を促すよいアドバイスをすることができ、時間がかかっても不用意に答えを教えたり、非自発的な行動を強いたりせず、忍耐強く時間をかけて指導を行うことのできる指導者が必要である。現場に立っておられる先生方に、創造的理科教育の推進を是非お願いしたい。新しい創造教育の担い手として、幅広い学識があり、教育実習やTAなどの教育体験をもち、かつ深い研究体験のある博士やポスドクの参画も強く望まれる。また、(2)をサポートするため、信頼できる良質の図書やインターネット検索サイトの整備も進めていく必要がある。

効率最優先の学習指導とは相容れない面があるが、生徒の自発的問題解決を促進するカリキュラムによる教育が、大学以前の学校教育で行うことができるようになれば、独創的人材育成への第一歩を大きく踏み出すことができる。

次には独創的問題発見能力の養成も必要であろう。ここでは詳しく論じないが、問題解決において、「自分一人でやってみる」ことにより、うまく行かないことや失敗の体験を通して、自ずと創意工夫が触発される機会が増すであろうし、「自分一人で考えてみる」ことが多くなれば、必然的に既存の概念や技法を超えるものを想起する力も増してくるはずである。まずは、自発的問題解決能力を養成するカリキュラムが実施できるようになることを願う。(3403字)