

磯田正美, “インターネットによる数学教育を語る視点”, 中学校・高等学校数学科教育課程開発に関する研究(9)教育評価の転換と歴史文化志向の数学教育—ADDING IT UP: Helping Children Learn Mathematics—, vol.9, pp.61-62, 2002, 筑波大学数学教育学研究室.

概要

インターネットを伴うIT革命を通じて、数学教育を行う新しい環境、数学教育で使える新しい道具が出現している。そのような環境、道具によって、数学教育が以下に変わるかを話題にする際の視野として、実験・探求・探究、コミュニケーション、データベースという視野を示した。さらに、その視野を吟味する際の認識論として、構成主義、社会的構成主義、解釈学があることを指摘した。

インターネットによる数学教育を語る視点
 Perspectives for Mathematics Education with Internet

○磯田正美

ISODA Masami

筑波大学教育学系

Institute of Education, University of Tsukuba

KC 1

要約: インターネットを伴う IT 革命を通じて、数学教育を行う新しい環境、数学教育で使える新しい道具が出現している。そのような環境、道具によって、数学教育がいかに変わるかを話題にする際の視野として、実験・探求・探究、コミュニケーション、データベースという視野を示した。さらに、その視野を吟味する際の認識論として、構成主義、社会的構成主義、解釈学があることを指摘した。

キーワード: インターネット、コミュニケーション、実験、数学教育、データベース、認識論

1. はじめに

文部省では、2000年7月に文書「[ミレニアムプロジェクト]により転機を迎えた「学校教育の情報化」」を公開した (http://www.manabinet.gr.jp/it_ed.pdf)。そこでは、授業を子どもに分かるようにすることを目的に2005年までに各教室にインターネットとコンピュータ2台が配置される方針が記されている。そのような時代において、我々はどのような学習指導を構想するのであろうか。本稿では、このような環境が一般化した時代において、数学教育の枠組みがどのように変貌していくかを検討する際の視野を提示したい。

2. 一層顕在化するパースペクティブ

認識論的視野からすれば、上述のような方法の変更は、変わらないはずの数学教育の目標や内容までも変貌させる。それは、例えば、米国のカリキュラム文書改訂 NCTM スタンダード 2000 の構成原理「テクノロジーは教育内容を左右する」において明言されている (<http://www.nctm.org/standards/>)。その変貌で明瞭になる視野を以下、例示する。

1) 授業はより実験・探求・探究型に

誤解があってはならないが、ここで言う変貌とは、数学教育の目標をより鮮明にするという意味も含んでいる。例えば、数学者渡辺公夫は、数学者は、テクノロジーにより一層本質的な活動が営めるようになったことを指摘している (1994)。本年会では、「証明は死んだのか」という課題研究 (オーガナイザ清水克彦) がもたれ、その中で、数学者一松信は死んだのはブルバキ的な数学大系観であって、探究そのものは変わっていないことを話題にしている (1994)。

数式処理ツール、グラフィングツール、表計算ツール、作図ツールなどは、学校数学向けに提供される数学探求ツールであり、生徒の探究活動を促進す

る目的で開発され、提供されている。

ここで探求とは、仮説・検証型の推論過程を指す。特にテクノロジーによる探求では、条件の制御や観察が強調される。その強調点に注目して、数学でも実験という語用が一般的となり、学習指導要領では、思考実験という遠慮がちな表現から、実験と明示されるまでになっている。数学の探求ツールが存在するからこそ一般化した語用である。

探求ツールの特徴は、多表象を一元管理できるマルチプルリプレゼンテーション性にある。認知心理学者ノーマンは、課題に併せて、表象を選択することの有効性を指摘している。これらマルチプルリプレゼンテーションツールは、まさに、そのような性格を備えて、表現を切り替えながら推論していくことを実現している。それらツールは、最近では、ブラウザ上で稼働するようになった。すなわち、インターネット環境は、本質視される数学の探求活動を、一層促進することが期待される。

数学探求ツールの評価基準の一つは、そのインターフェイスが数学的に自然なインターフェイスを備えているか否かである。ブラウザ上の Java アプレットによるシュミレーションでも、そこでいじれる部分が数学的に妥当であるかは重要な基準である。

現状では、これら探求ツールは、数学的な意味での発見の過程に貢献しており、それを体系化し、より便利な未知の表現を創出していく際には、必ずしも威力を発揮しない。

インターネット上で、探求しながら、自動的に個別指導するシステムも、「小数」で実現している (<http://online.edfac.unimelb.edu.au/485129/DecPr oj/index.htm>)。幾何の証明の個別指導システムなども開発途上である。

ミレニアムプロジェクト文書によれば、生徒の使

う教科書もブラウザ上に表示され、答えもクリックするだけで、順に式の展開を行ってくれるまでになる時代の到来が予感される。すでに、その環境は着々と実現している(<http://orange.ee.toyota-ct.ac.jp/>)。問われるのはそこでなされる学習の質である。

2) 授業はよりコミュニケーション型に

エウレカと叫んで裸で飛び出したアルキメデスの逸話(語源)にあるほどに、発見したことは、即、人に話してみたくなる。これも数学に本質的な活動である。発見行為を支援する探求ツールは、歓喜に満ちた数学らしいコミュニケーションを促進する。一方で、インターネット上でのコミュニケーションツールは、発見したことを、その距離に依存せずに、他者に伝え、共有することを促進する。数学表記もすでにブラウザ上で実現している。特に、今日新しく提供されるサイトは探求ツールとコミュニケーションツールの両方を提供することも少なくない。

これらコミュニケーションツールは、数学においても本質的な営みである。数学者は、論文投稿を、雑誌レフリー宛に電子メールで行っている。掲示板は、算額などで伝統的に行われてきた研究発表方法であり、算額をみては、その算額を掲示した人のところに出向き、他流試合をした和算家がいほどである。インターネット上でのコミュニケーションツールは、そのようなコミュニケーション相手の存在を意識したコミュニケーションを促進する。

3) データベース化と伝統的営みとのずれ

自分が小学校時代に行った営みを、大人になって検索していて本人が目にし、誰が書いたのかとたどっていったら自分であった。そのような世界も到来する。元来、口頭でなされるコミュニケーションは想定された人と人との間でなされる共時的営みである。掲示板は、入力したデータを記録してデータベース化し、想定されない他者も時差付きでそれに参画する状況でのコミュニケーションを出現させた。過去の人が記した情報を、過去の人の立場に立って通時的に解釈するというよりは、過去の営みに共時的に参画するという倒錯状況がそこに出現する。メッセージの受け手を全く想定し得ない場において、特定の受け手を想定してメッセージを送る、このようなコミュニケーションは、これまで人が体験したことはなかった。

教科書・問題集・参考書などのリソースがデータベース化され、何時でも取り出せて、しかもそれがわかりやすくなれば、はたして生徒はこれまでのように勉強するだろうか。様々なリソースを活用しながら、探求を進めて、その発見を語り合うような営みを損なう環境であるならば、数学の学習に有害な効果をもたらし得る。

ノーマンは、テクノロジーは人を賢くもするし、愚かにもすることを指摘している。ノーマンのねらいは、我々の可能性をひろげる人工装置を生み出すことにある。インターネットは、単に数学に関わる教材データベースだけでなく、共時的でありかつ通時的な利用をも可能にした情報とコミュニケーションのデータベースを提供する。仮説を立てて、検証し、発見したことを人と共有するために話し合うという本質的な営みが損なわれない形で、活用されることを期待したい。

3. その背景にある認識論

1) 提供されるコンピュータ環境への適応

環境と言った場合、有機体による環境との相互作用、有機体の環境への適応という、構成主義的メタファが想起される。ピアートのマインドストームは、この視野によっていた。ピアジェ流には、この適応は、矛盾に基づく均衡化を経て進展する。

2) 媒介手段(道具)としてのインターネット

ヴィゴツキー派に従って、媒介手段としてコンピュータをみなす場合、媒介手段のもつ機能・制約が無意識のうちに認識に反映される点が問題になる。

3) 重視される解釈学的営み

インターネットは、情報へのアクセス方法、他者とのコミュニケーションの方法を改めた。そこでは、そこに示された情報を、それを提供した人の立場を想定しつつ、その表すものの内実を解釈し、その解釈を仮の仮説として、それが妥当であるか否かを、そのテキストの上で模索するというような、解釈学的営みが、一層求められることになる。

インターネットが様々なツールへのアクセスを容易にしたことで、一つの環境への適応というコンピュータ利用観は後退した。例えば、インターネット以前には作図ツール環境への適応は、図形学習の代替とさえみなされたが、Java アプレットの出現は、動いていじれる教科書を提供している。これは、媒介手段としての利用法である。しかし、その媒介手段としての利用には、いかなる機能制約があるのかは未知の部分が多い。

教師が、プロジェクトに投影して演示する授業が一般化したとする。現在のパワーポイントによる研究発表を想定すればわかるように、大量の情報が一見わかりやすく提示され、その場限りではわかった気にさせるが、記憶に残らなかったり、推論する態度が身に付かないという結果を招く余地がある。数学では、わかったような気になっても、実際に自分で計算したり入力したりする段階になるとできないことは多い。仮説検証型の探求、コミュニケーション、情報の取得、いずれにおいても解釈学的営みを行う生徒像が、期待されている。