

生涯学習を目指す数学教育の構築

なぜ、生涯学習から教育を再構築したいのか

渡辺信
生涯学習数学研究所

要約 人生80年と学校を卒業してからの時間は長い。今までは数学教育は学校教育が主体であり、学校を卒業すると数学は学ぶ機会も、学ぶ必要性をも見失われている。このような状況では生涯学習の面では数学は置き忘れてきている。In-school に対して Out-school の活動をも加え、数学教育の重要性を生涯学習という視点から眺める。国民の教養として「数学」の位置を明確にし、誰もが、いつでも数学的な思考ができることの必要性を問う。生涯学習を目指した数学教育の構築をも視野に入れたとき、現在の学校教育の目指すことについても再考する必要がある。社会の中の数学を意識して、学校・科学館・博物館をも含めた全体的な数学教育を考えたときに、数学とは何かという根本的な問題をも含めて大きな問題になる。何故数学を学ぶのかを問うのではなく、数学を大切にしたい。

キーワード 生涯学習 教養標語 教育観 In-school と Out-school 数学とは何か

1. 生涯学習の必要性

日本人の平均寿命は86歳を越えた。森毅(京都大学)教授が人生20年間4期説を語られていた。学校を卒業し、社会で活躍し定年後も日々活躍の場がある。学校を卒業してからのほうが長い期間にわたって、行き続ける社会になった。そして、技術の進歩は止まることはなく、情報化時代として多くの知識は簡単に調べることができる。一言にいえば、社会は大きく変化したと考えられる。この社会

の変化とともに『学ぶ』ことについても、今まで通りの学校教育だけで済まされないと考えることは誤りではない。学校教育で学んだことは、次の生活においては通用しない知識になっている可能性がある。この社会の変化においつくためには、学校教育そのものをも変革する必要に迫られている。この変革を生涯学習の視点から捉え、生涯学習の準備としての学校教育を考える必要になってきたことは疑いの余地はない。生涯学習の重要性

というよりは、誰もが生涯学習を自ら行いことが求められている時代において、教えられる環境を求めるのではなく、自ら学ぶことを要求された社会に生きることを考えなくてはならない。

期	年齢	特色
1	0—20歳	誕生—学校教育(受動的学び)
2	20—40	社会人活動初期
3	40—65	後期
4	65—	生涯学習 (主体的学び)

このような生涯学習を考えたときに、趣味・スポーツ・習い事などが積極的に行う可能性を持つが、『数学』は考えられない。数学そのものが生涯学習の中心的な役わり果たすことが可能な生涯学習の存在を問われなければならない。この視点から学校教育における数学教育についても再考の必要性がある。

2. 国民の教養を問う

国民の教養として『読み・書き・ソロバン』を掲げてきた。すべての国民にとって要求される事柄として必要なことであろうが、この標語が生まれたのは江戸時代であることを考えると、現代にふさわしい教養としての標語であるかを問うことも必要になっている。日本が植民地化されたかった明治初期の国民は、この標語の元で国力を発揮できたことは歴史がそのまま物語っている。日本人は計算技能が優れていたことが、日本を救ったといわれていることはやはり過去のことになった。

標語の中で数学の重要性は『ソロバン』として捉えられている。計算技能の必要性は今も昔も代わりはない。この計算技能重視の数学の捉え方は、現在は当然のこととして教養

にはならないのではないか。日本人の数学力の低下を象徴的に『分数ができない大学生』と表現し、現在では九九も覚えていないといわれている。計算力は低下していることは事実であるが、日ごろ使わないものをいつまでも大切に覚えていることは必要がない。社会が計算を必要としなくなったのではなく、今まで以上の計算がなされている。情報機器によって多くの人の力が機械に置き換わっていったときに、いつまでも昔のままでよいのであろうか。消費税3%導入はレジによって計算可能な状況が前提になっている。計算原理とその意味は誰もが持っていることは当然であるが、いつまでも機器に頼らないことは時代遅れである。学校教育においても『計算力』から『論理的思考力』へと教育の主題を変えている。この変化は全国学力テストB問題に顕著に現れている。教養としての数学はソロバン=計算から、思考力=考えることへと変化した。

社会の文化の中には必ず数学が存在する。人類が生活をするには、そこに必ず数学的な思考が生じるといってもよい。文化にとって数学の重要性は、その文化の中に溶けてしまっただけで見えなくなっている。この文化の中の数学を重視するならば、数学そのものを教養からはずすことはできない。日本ではこの文化の中の数学を軽視しているとも考えられるが、江戸時代にも『ソロバン』として加えたことは画期的なことであった。現代の教養としての標語として、

『情報・思考・創造』

を生涯学習を前提として国民にとって必要な事柄を、情報社会の変化をも考慮して掲げることが必要である。

<参考>琉球の数学?

琉球王国にある数学という観点から、琉球

文化を眺めることによって、琉球で行われていた税金などの記録方法がある。数字記号「ゼロ」を表現することがないのも興味深い。人が生活を始めると同時に、数学的な事柄は必ず存在したことが分かる。『わらさん』としての記録が沖縄博物館にある。

3. 生涯学習から見た教育の問題点

生涯学習という視点から、現在の学校教育についてその問題点を指摘したい。現在の学校教育においても『生きる力』を掲げて、将来を見据えた教育がなされているが、数学教育においては、学校教育が終わると(学校を卒業すると)数学からはほとんどの人々が離れてしまう。学校教育が生涯学習のための準備として、生涯学び続けることか可能な基礎を築きあげることを目指したときに、どのような問題があるかを検討した。

(1) 授業方法の改善

日本の学校教育の問題点は、卒業したならば勉強をしなくなる事が挙げられる。社会においては学校教育とは別の教育がなされていて、学校とは連続性がなかった。社会で必要なことを再教育することは、学校の教育とは内容が異なることは当然である。しかし、学校教育が社会と断絶していることは問題である。内容ではなく、一人ひとりが学ぶ姿勢を、将来を見据えて検討していく必要性があった。学校教育が学校のみで閉じているといってもよい。学校教育と社会における個々人の学びとの間にどのようなつながっていくことが考えられるかを問いたい。もっと積極的に将来を見る教育をすることが改善の第1歩である。

この授業方法の改善については、Lesson Study などの方法が試みられ、自らが考えることを積極的に問いかける方法が小学校段階で取り上げられている。もっとも必要な教育段階は、大学の講義をも含めて改善の余地がある。そして改善の方向性は、生涯学習を見据えた方向もはっきりしている。学校を卒

業しても、数学を学び続けることの可能性が問われている。

(2) 数学嫌いの解消

また、数学教育についての問題点は、数学嫌いの問題である。一度数学が嫌いになって、離れていった場合、再び数学に興味関心を示すようになることは難しい。文系に進学することを決めた理由は「数学嫌い」がその大きな理由になる。そして、文系志望であれば数学の学習は高校数学Ⅰで終わってしまう。この嫌いになった数学を再び学びなおそうとすることは、おそらくできないであろう。数学教育が数学嫌いを増加させている現状では、数学を将来も学び続けようとするのを阻害する。

この数学嫌いについては、多くの指摘がなされている。学校教育においても解決すべき重要な課題であったが、数学を好きにする方法は乏しい。数学を教えることによって、生徒が数学から離れていくことは教育を行う必要性にまで問われる。数学が好きになることをより高い目標として掲げることが必要であった。学力低下を指摘することによって、この数学嫌いの解消が遠のいた。数学嫌いは生涯学習を続けることから眺めたときには、重大な問題の一つである。好きにならなければ、数学を学習しようとは思わないのは明らかである。

以前、アメリカでも日本の数学教育と同じような数学嫌いの現象が生じた。先進国の問題なのかもしれない。この問題解消のために、グラフ電卓の活用を提示した。情報化社会の到来とともに、機器活用を当然と考える若者の心理を生かした方法であった。グラフ電卓を活用知る生徒が、「数学はできないけれど、数学は好き」と矛盾を含んだことを語っていたことは印象的であった。

(3) 教育内容の改編

現代社会に必要な数学的思考は省みられることなく、高校までの数学の内容はギリシャ時代の数学にとどまっている。微分積分学は学ぶ機会もなく、学んでもその計算技能に走る。数学的な思考方法の重要なことに触れることのない教育内容について改めることが必要である。現代社会に生きるわれわれにとっての数学とはなにかが問われている。日本の数学教育は、比例概念の $y=ax$ から始まり微分積分の線形で終わる。この内容の一貫した流れを続けてきたことは素晴らしい数学教育の体系化を作り出した。しかし、この体系を重んじることによって、数学の内容の硬直化が生じた。

今回の学習指導要領の改訂において『データ分析』が重要なテーマとして掲げられた。『統計』という言葉をあえて用いなかったことは、現代社会の変化に合わせた数学教育の象徴的な改革として大いに評価したい。情報化社会になってコンピュータが誰にでも使えるようになったときに、大量なデータが多くの事柄を物語る。今までの統計的手法ではなく、『データを見る』ことが可能になった社会での数学はいかにあるべきかを語っている。現在の情報化社会の中での数学教育の在り方を問うことは、生涯学習の重要な課題である。教育すべきことがらな何かを生涯学習の観点から見直すことが必要である。

(4) PISA アンケートの重視

学校教育における数学教育の Goal はどこに設定しているのかを問う。世界の数学教育の評価では日本の生徒の学力は高い。常に世界のトップクラスに入っている。しかし、世界一位の座をあげ渡し、学力向上を目指すことになった。「ゆとり教育」からの方向転換が話題になっている。日本の数学学力が世界

のトップクラスのときに、世界の数学教育会は日本の学校教育を見習うことを目指した。グラフ電卓の世界会議 (T3: Teaching Teacher with Technology) においても、日本人の授業研究発表には日本からのグラフ電卓活用では発信することは全くなかったにもかかわらず、発表に多くの先生方を集めた。現在では多くの教育者は北欧の教育に注目している。この世界学力調査には数学教育について他の視点から見たアンケートが行われている。その中の調査結果では、日本の数学学力成績はよいが、数学に対するモチベーションは低い。この結果をいかに見るかが問題である。現在はこのアンケート結果を無視して、学力向上にまい進していると考えられる。しかし、今年タイで行われた EARCOM6 での最後の討論会では、数学教育の目指すところを、
学力が高い

数学に対するモチベーションが高い
の両方を目指すことを掲げていた。そしてこの両方を同時に満たすことは難しいことの指摘があった。教育を行うことは学力を高めると同時に、数学が好きになることであるならば、将来の学校教育の未来の姿の夢物語を語っていることになる。このパネルディスカッションの結論としての標語は、『誰もが Learner』であることであった。学校教育を終えても、数学を学び続けることの必要性を掲げたこの結論は、生涯学習というものをも見続けた数学教育の在り方を一言で語ったのではないかと思う。

4. 日本人の教育観を科学館から問う

われわれが教育ということの問題にしたときに、そこには『遊び』がない。常に教育成果が求められてはいないであろうか。教育ということが存在する場所には、苦しみがあり忍耐が求められる。この問題について科学

館・博物館を参考にして考えてみたい。

数学の博物館がアメリカでオープンしたというニュースは、日本ではあまり取り上げられなかった。いくつかの科学専門雑誌では「数学の博物館(Math Museum)」を記事にした。この記事をもみながら、数学の科学館を作りたいとの願望を越された想いで残念な気持ちであった。どのような科学館なのか、数学嫌が多い日本で数学科学館は可能性は乏しいことなど、数学科学館の建設には消極的意見が多かった。この博物館について、アメリカでも誰もが知っているとは限らない、少人数しか話題にしていけないのが現実の姿であった。この博物館を見学して、日本との大きな差は教育観の違いではないかと考えられる。

日本で科学館活動を親子で参加する姿は最近では非常に多い。親が子供を連れてくるという姿がある。子供の勉強のために科学館を活用したいという目的がはっきりとしている。科学館は学習の場であるという観念があると言っても過言ではない。そして、科学館での親の姿は、疲れて寝ている。子供を科学館において勉強させている間、親は買い物などを楽しんでいる。子供にとっては科学館は学びの場であり、教育を受ける場である。一緒に科学館に来たのではなく、科学館までは着ていても、子供が学習して賢くなることを科学館に要求している。しかし、今回、開館したアメリカの数学博物館は、親子で来館した親が子供以上に楽しんでいる姿を見ることができた。そして親の感想は、

子供たちが楽しんでいるので良い博物館
数学はわからないけれど親も楽しめる
数学展示はわからない

そこに数学があるのかわからない

学校の数学の内容とは違う感じがする
子供にとって楽しい場所であればそこで数

学の学習ができなくても、親は無条件に高く評価でしている感じであった。数学がどこにあるかはあまり知らなくてもよい。ただ楽しいかが価値判断があり、アメリカ社会からはこのような博物館は受け入れられるであろう。この博物館の中での教育者は、子供たちに伝えたいことは何かを次のように物語っている。

『今まで数学の楽しさを知らない子供たちが再び数学に接する機会を作り出そうとしているのではないか。この数学は楽しいということ伝えるために、子供たちが自ら考えることを大切したい。』結び目の授業を終えた先生は『Algebra is fun』が伝えたいことと語っていた。学校授業とは関係のない数学の内容を語って、集まった子供たちが数学を学びたいと欲しくてくれること、また、この博物館に来たいと思うことが大切であり、数学の知識習得には関心がないことは日本の科学館教育とは大いに異なる。この科学館・博物館の在り方から、生涯学習という姿を見ることができるのではなかろうか。

5. In-school と Out-school

このIn-school と Out-schoolという言葉は教育界では使われていない。おそらく、この場の造語である。教育ということは学校が注体的な役割を果たすことは当然であるが、学校を離れた教育というものを考えることができない。数学教育そのものが学校だけになされていると思われる。この状況は数学教育に関わる研究発表が学校を基準にして行われていることを見ても明らかである。現在の数学教育では、学校教育だけが問題になっているといえる。今回の日本数学教育学会の学会指定課題研究の一分野として、生涯学習という学校にその根拠を置かない分野が生まれたことは画期的なことである。

生涯学習を一つの研究課題として設置したのは、東アジア数学教育学会 (EARCOM) の第5回大会(日本:東京代々木)の開催からであり、Life Long Education and Mathematicsとして独立したSessionが作られた。しかし、この分野での発表論文がMathematicsに偏っていたことは、生涯学習という学校をも含めたより幅広い活動の場を設定して教育・学習を捉えることが難しいことを意味していた。

生涯学数ということを考えたときに、学校を卒業した後、再び数学を学ぶためには、教えを請うために大学に再入学をしようとする。教えてもらうという姿勢の中には生涯学習という学習とは異なる。現在の大学は再入学をしてくる人々の教育の準備はしていない。新しく、または再び学ぶために、学校に入学し、教育を受けることは生涯学習と呼ぶにはふさわしくはない。また、現在の学校教育での知識の獲得は競争社会とも結びつく。入学試験をはじめとして、学校では常に競争が付きまとう。特に、数学の学習ではこの競争の中で生徒は数学が嫌いになっていくことの問題は、すでに指摘した。このような学校教育についての全体を **In-school** と呼ぶことにした。この学校教育を指し示す言葉として **In-school** を考えた。

生涯学習はあくまでも **Out-school** と考えられる場所での学習を指し示す。遅絵を受ける受動的な教育というよりも、より積極的な能動的な教育学習を指している。この現在の学校教育の中でなされる教育とは違う学習を考えるならば、理想とする学習の場を作り出すことの必要性が求められる。現在考えられる事柄は、生涯学習といえども常に何かを学ぶということが前提になる可能性を持つことは、生涯学習ということが、いまだに独立したジャンルにならないことを意味する。自ら学ぶこととして、その学びを補助する場

の設置は、科学館・博物館・図書館等が考えられる。

生涯学習に向かう変化が、日本の中で全く見られないということはない。最近、文部科学省の報告書『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)』において、大学教育において大きな変化を目指している。この変化は生涯学習という視点から考えたならば、必然的に代わってしかるべき変化であり、将来の方向性を学校を卒業してからも学ぶ姿勢を植え付け、大学があるべき姿を答申したことも注目することができる。ここで取り上げられた課題としてのアクティブラーニングの推進、学生の学修時間の増加・確保を目指すために、学生が自律的、自発的に学習する機能を持つ図書館が注目されている。このような大学図書館の変化は、突き詰めると大学教育の変化によって考えられた場所の設定として選ばれた。グローバル化や情報化の進展、少子高齢化等、社会の急激な変化、大学全入時代による学生の質の変化等により、大学はアカデミックな専門性のある教育を行うだけではなく、学生が社会性を身に付けるための教育を行うことが求められている。ある意味で、**In-school** と **Out-school** の中間的な面が考えられ、学校教育が生涯学習のための準備期間としての姿を指し示している。

この中間的な数学教育としては数学検定が重要な役割を果たしている。生徒がお互いに数学を学びあう姿が各地で芽生えているとともに、競争ではない数学お学びたいという姿を見る。生涯学習という活動としてサイエンス・カフェとしての科学を楽しむ場が各地で開かれている。数学に興味を持って、集まってきた仲間と語り合うことが可能な場所が生まれたことは、将来の生涯学習の場へ

と成長していく可能性を秘めている。

6. 生涯学習を意識した歴史を顧みる

生涯学習という視点から数学教育を考えるようになったのは、大学を定年で退いてからであった。大学の外に出て初めて見えてくる話題であったともいえる。この生涯学習を意識した歴史を振り返り、生涯学習とは何かを考えたい。(注：番号は参考文献による)

「数学教育と生涯学習の可能性」について(5)はこれまでも科学の祭典・科学館での活動等で、数学を楽しむことを積極的に行ってきた。この数学を楽しむことを話題にした。

ピカソの絵画は美しいか？—絵画の中の数学を探す—(6)は、数学の文化史としての活動の一環として、社会の中の数学を見つけることの『目』を持つことの重要性を考えたい。数学の目を持って社会の中を見たときに、数学を見つけだすことができることによって、数学を学ぶことの重要性を発見した。

Making and Seeing = Creativity (7)では、この数学の目の重要性から、考えるためには具体的なものを見ていることか重要であり、考えることは創造的であること、数学は創造ということが意味を持つ。生涯学習は自らが考えることが、中心的な事柄であることを示すにいたった。

数学：紙とはさみは使いよう！手品のよう…数学のような…(8)は、数学の面白さを伝えたい、面白いと思うことが生涯学習につながることを考えた。具体的なことを見て、知って、ふしぎと思うこと、面白いと感ずることが生涯学習の出発点になる。

サッカーボールにひそむ数学(9)では、自ら考えるためには具体的なものが必要である。数学の知識は抽象的な事柄の羅列で近寄りがないが、誰でもが数学を発見できることを知ることが可能で、生涯学習にとっては不可欠

なこととして考え、発見・創造することを示した。

科学館で数学教室(10)では、数学を学ぶことが、学校教育の黒板のある場所でしかできないということではないことを示すことによって学校教育からの脱皮を図った。ラジオ放送による数学の話もこの活動と同じ意図を持っている。黒板がなくても数学教育は可能である。

体験学習型のアメリカ数学の博物館(11)については前にも触れたが、生涯教育が『遊び』の要素を重視している点はわれわれの教育活動に乏しいことを知らされた。

発見の数学授業(12)では、生涯学習の準備としての学校教育の在り方を考えた。知識をただ消極的に学ぶのではなく、学習することは自らが主体的に学問を作り出すことであって、その経験が必要なことを身をもって体験できる授業の在り方を問うこととし学校教育は生涯学習のための準備として、存在できることを示すとともに、小ファイ学習から学校教育を再構築することの意味を考えたい。

The Reason of No Learning Mathematics on Life Long Education in Japan(13) は、タイで行われた **EARCOM** の生涯学習の分科会で、日本にはなぜ生涯学習としての数学が根付かないかを考えた。

そして現在、新しい視点として、問題作成学の新しい構築(14)を意識して考えている。与えられた問題を解くのではなく、自らが問題を作成することの重要性を考えることによって、数学学習とは何かをとらえた。数学は与えられるものではなく、問題を作り出すことであると指摘すると、この数学の捉え方は数学者の数学になってしまう可能性がある。数学者の数学を追いかけるのではなく、生涯学習としての数学の在り方を考えたい。

7. 生涯学習と数学—数学とは何かを問う

数学教育における数学を考えたときに、最終的には数学とは何かという問題に触れざるを得ない。『読み・書き・そろばん』という教養の時代は計算技能の重視から、数学の評価は計算術であった。しかし、情報化時代になって計算から論理的な思考方法へと数学の見方が変わってきている。自ら計算することの重要性は変わらないが、数学とは何かを考えたときに、計算技能だけではないと考えているのは、数学指導者だけではなく一般の市民にも通じることである。

しかし、生涯学習における数学は何かを、日常生活の中で考えたい。われわれが生きていく中で、直面する問題にどのように対処しているのであろうかという視点から、数学との関連させたときに、数学という考え方の重要性が浮かび上がってくる。問題に対して、常にその条件を考え、与えられた条件のもとで、最もふさわしい『最適解』を求めることによって人は行動する。この問題にぶつかってから、行動に至るまでの思考は、まさに数学を行っているのではなからうか。

数学とは何かを問われたときに、学問としての数学の分野から、数学の知識・成果を羅列することもその一つの回答かもしれない。しかし、生涯学習の立場からは抽象的な数学知識を並べるのではなく、数学的な思考を重視した、条件から最適解を求め、行動するその姿の中に数学が存在することを重視し、数学を学ぶ重要性を指摘できる数学の学びを目指したい。これからの時際に一人一人にとって必要な数学を自ら考え学ぶことが楽しめることを重視したい。

8. 参考文献

(1)阿部謹也 学問と「世間」 岩波新書No. 735 2001年

- (2)儀我美一, 小林俊行編集 数学は役に立っているか? シュプリンガー-ジャパン 2010年
- (3)佐々木利和 私の逸品 藁算 みんなく 国立民族学博物館 2012年
- (4)村上陽一郎 あらためて教養とは 新潮文庫 2009年
- (5)渡辺信「数学教育と生涯学習の可能性」について 数学教育の会 2009年
- (6)渡辺信 ピカソの絵画は美しいか?—絵画の中の数学を探す—昭和女子大学附属中学校数学特別講義 2011年
- (7)Shin Watanabe Making and Seeing = Creativity The workshop is very important for math education - ICME-12 2012年
- (8)渡辺信 数学:紙とはさみは使いよう! 手品のような…数学のような… 科学の祭典大阪大会 2012年
- (9)渡辺信 サッカーボールにひそむ数学 葛飾区教育委員会・財団法人日本数学検定協会 共催 大人のための数学講座 2012年
- (10)渡辺信 科学館で数学教室 第135回数学教育談話会 2013年
- (11)渡辺信 体験学習型のアメリカ数学の博物館 第5弾科学館で数学を見つけよ MathMath+ Vol. 53 春号 日本数学検定協会 2013年
- (12)渡辺信 発見の数学授業—メビウスの帯を活用して—東海大学附属翔洋高校 2013年
- (13)Shin Watanabe The Reason of No Learning Mathematics on Life Long Education in Japan EARCOM6-TSG6 2013年
- (14)渡辺信 問題作成学の新しい構築 日本数学教育学会夏季研究発表会(山梨)2013.8 (
- (15)文部科学省「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)」 2011年