

生涯学習の実践の可能性

Meaning of Out School and Practical Examples of it

渡辺信
生涯学習数学研究所

要 約

学習を In School と Out School に分けることが出来る。この論文では一般論としての Out School と、その中での数学学習に重点を当てる。特に今回の第6回創成型課題研究では、Out School における数学学習の実践例に焦点を当てる。個人の学習、集団での学習形態としては「数学講座」「科学の祭典」「数学教育談話会」「数学検定」を示した。そして数学再発見の可能性を示すことによって、Out School では「楽しさ」が重要な学習動機付けになる。特に数学学習においては、「自ら考えること」「再発見の体験」などの活動が重要であり、また In School の中心的な学校教育では「投資」という面からその重要性を指摘し、Out School での位置づけを明確にする。Out School としての生涯学習の重要性とその方法について指摘した。

キーワード：In School, Out School, 生涯学習, 楽しさ Out School の数学

1. 生涯学習研究の経過

数学教育研究では学校教育に焦点が当てられ、生涯学習における数学教育にはあまり検討されてこなかった。日本では学校教育が充実していて、社会が安定していることから、海外での生涯学習としての再学習という問題はあまり重要視されていない。数学教育ということの守備範囲が学校教育に限定していることはすばらしいことであって、今後もこのような状況が続くであろう。

この学校教育の数学教育以外に、数学を学ぶことに注目して生涯学習と数学教育の研究は、東京で行われた第5回東アジア数学教育国際会議(EARCOME)において「数学と生涯学習」の新しいセッションを設けた。このときの座長は Maitree 教授と渡辺信が担当した。この国際会議から日本においても日本数学教育学会の春期研究大会「学会指定課題研究の部」が設定された。おそらく日本での生涯学習における数学教育研究の開始は画期

的なことであった。そして、次回の東アジア数学教育国際会議においてはオーストラリアの Bishop 教授と渡辺信が担当した。Bishop 教授は数学教育における生涯学習のセッションに興味を持ったと語っていた。

この日本数学教育学会の課題研究が始まり、生涯学習に興味・関心が持たれるようになり、数学教育談話会を中心として研究がなされてきた。数学教育での歩みは遅れている。

2. 生涯学習の必要性

学校教育は幼児教育から大学院教育まで、長いときでは 25 年ぐらいの幅がある。教育期間は人によって違ってくるが、人生 80 年を超える時代を迎え、学校教育・企業教育など多くの学びの場から離れても、自ら学ぶ場所と時間を考える必要がある時代を迎えた。人は誰でも学び続ける必要があるならば、この残された長い時間の間に如何に学ぶかは大きな問題になる。人の平均寿命が延びたことは、学びの場を如何に設定するかを考えることが新しい課題として生まれている。「学び続ける」こととして、再び学校に戻ることが生涯学習として考えられているが、学校教育が開放されていない状況で、誰もが学校教育に戻って学ぶことは出来ない。生涯学習に当てる時間は人それぞれによって異なるが、人生の多くの時間を見つけ出すことが出来る。



図 1. 人生の時間割り

人は若い時には義務教育の 9 年間と職業に付くために必要な準備期間として学校教育を受けている。そのときには 1 日の大部分が学校教育になる。生まれた幼児期の家庭教育をへて学校教育が始まると、学校教育以外の学習時間は殆どない。この学校教育を受けることによって、生涯学習と呼ばれる自由な時間を持つ後半生の時間が存在する。現在の環境の中で、この時間にも学習することを積極的に捉え、人生を楽しむ必要がある。

数学教育においては、学校教育が終わると同時に数学を学ぶということはない。多くの人が学校教育において数学嫌いになり、再び数学を学ぼうとはしない。数学という学問に対する考え方についても再考する必要があるが、誰もがいつでも・どこでも数学を楽しむことが出来る生涯学習の必要性を考えたい。

3. 生涯学習とは何か

生涯学習としてのイメージは明確には定義できていない。そのために各自が異なる生涯学習を考えている。この定義が明確ではないことは、研究が浅いことと、多くの学問分野で異なる生涯学習を考えていることが考えられる。文部科学省が「生涯学習局」を設定しても、その守備範囲は広くあいまいな部分が多かった。学校教育と生涯学習とに分けていることは、われわれの定義する In School と Out School の分類に似ている。この問題については前回まで多くの討議がなされてきたが、今回は新しく次の 4 点を加えた。新しい視点は、投資としての教育、大学再入学問題、Technology 活用についてと目的は「楽しい」ことである。この新しい視点から Out School とは何かを定義することは、いろいろな考え方があり統一することは難しい。しかし、今回までに作り出された考え方は、楽しく自ら主体的に考えることの可能性を追求することである。Out School では否定的な表現として表

すことができる。このOut Schoolの教育では、投資としての教育・学習ではない、評価がない、教材の体系がない、教師と学生の区別がないなど自由性が強いということを強調したい。

	In School	Out School
投資	投資としての教育 職業への準備 将来への期待	投資ではない
場所	学校・塾 職業訓練・会社研修 On Line	家庭 図書館・博物館 公民館
技術	On Line 技能の補助	考える補助 技能の補助
目的	知識の取得	楽しむ
動機	受動的動機 学ぶことは義務 学ぶ権利	積極的動機 能動的動機 楽しむ
内容	体系的な教材 学習指導要領 大学シラバス	自由性
教材	教科書・参考書 与えられた教材	書籍・啓蒙書・新聞・ 雑誌・ラジオ・テレビ Technology
評価	試験・論文 成績が与えられる	なし 検定

図2 In School と Out School の比較

(1) In School の教育は投資

学校教育をすべての人は受ける義務があり、親はその教育を受けさせることは当然のこととして受け止めている。そのために親から見ると教育を受けることは将来子供が社会人として生活するための「投資」をしていると考えられる。学習することが未来の投資につながることは、教育を受けることが当然であると思う世の中であまり意識されなくなっている。学校教育は次の時代

のために「投資」することとして捉えるならば、生涯学習は「投資」ではない学習形態と考えたい。この「投資」という観点から眺めると、社会人入学は生涯学習ではない。一度仕事について、再度大学・大学院に入学し学ぶことは重要である。なぜ、再入学をすることはいろいろな理由があるかもしれないが、仕事の準備としての教育であるならば、投資になっている。この仕事への投資としての学習は In School の学習と考え、Out School とは言わない。

(2) 大学は Out School にならない

現在目的もなく大学・大学院で学ぶ年配者がいる。また、現在このような大学入学者を増やそうとしている大学があるが、大学・大学院ではそのような年配者に対する学習の準備はない。大学の受け入れは20歳前後の学生が社会に出て行く準備期間であり、教養としての講義はない。現在の学校教育への再入学は、残念ながら社会の損失でしかないと考えられる。学生に対する教育費は補助金が社会投資として用いられているが、生涯学習としては用意されていない。再入学者がただ知識習得だけではなく、社会人として学んできた事柄を生かして学生を指導できるような方法があれば、再入学者の位置の重要性は増し、生涯学習としてふさわしい環境を作れるが、現在の学校教育はあまり良い生涯学習とはいえない。

(3) Technology 活用の重要性

On Line による教育が積極的に行われるようになった。In School において学校という施設を用いない方法で講義を行うことは、アメリカで積極的に行われている。このOn Line方式を生涯学習に取り入れられるかどうかの検証を始めたが、現在のOn Line活用の教育の目標は現在の学校教育の域を出ていない。また先生と学生との区別も明確で、この視点

からも学校教育にいかにかに用いるかであって、生涯学習には用いられていない。

Technology の重要性は「考える補助」としての道具と考えたい。この場合、数学学習では抽象的な数学知識の内容を「見る」ことによって、自ら考えることができるようになる。知識を新しく学ぶということよりも考えるという主体的なことを生涯学習では要求する。知識を吸収することは難しく、研究することではないので、自らの考えていることを「見る」ことができるようになったことは、強力な道具の出現であり、考えることを容易にする。Technology をいかに活用できるかは、これからの生涯学習にとって重要な方向性を持つであろう。

ワープロの活用でも、簡単に自らが考えていることを書き留めることができるようになったことは、新しい方向へと人々を導くであろう。自らが書くことによって、新しい世界を切り開くことが可能になることも、積極的に Technology を使える環境によって生涯学習を可能にする。

(4) 生涯学習の目的は「楽しさ」

学校教育を終え、学習することの必要性は「楽しみ」を味わうことができるかにかかっている。何をすることによって「楽しむ」ことができるかも、内容はさまざまであるが、その楽しみは自らが主体的に行動することであり、学問の職業研究活動とは異なる積極的な活動の可能性を追い求めたい。

「楽しむ」ことは数学学習だけではなく、いろいろな内容を考えることができる。自らが「考える」ということは、楽しみになるに違いない。この楽しみの可能性は、In School の世界ともかかわるが、その人の能力に応じた考え方を行うことが必要であり、この楽しさは Out School の本質的な問題になる。教育・学習は何のために行うのかは、Out School と In School では違う。In School では楽しむこ

とは本質的ではない。

4. Out School の実践例

実践においてのキーワードは楽しさの追求であり、この楽しさは他から与えられることではない。個人の積極性・主体性が重要である。この実践での問題点は、個々の活動が Out School にふさわしいかを問う問題が生じてきた。In School と Out School の間に明確な線を引くことができないあいまいさが残っているために生じる問題である。

- (1) 社会人の大学・大学院再入学を生涯学習として考えるか
- (2) 各種の講演会に聞きに行くことは生涯学習として認めるか
- (3) カルチャーセンターなどの講義を聞くことは生涯学習か

など意見が分かれた。このような問題に対して、先生(講師)の指導を受けることの意味が強い場合は、Out School には含まれないと考え、生涯学習とは言わない方向を取る。しかし、講習会等に参加することの積極性を高く評価した時に生涯学習に加えることも重要かもしれない。講習会の参加によって、どのような影響を及ぼすかも検討する必要がある。聞くだけでは Out School ではない。そこで今回は学ぶ活動が将来の「投資」という判断基準を加えることとした。

また、数学研究者・数学教育者にとって定年後も「教えたい」という願望がある。そこで行われる教育活動にとって、集まってくる聴衆は生涯学習にふさわしいかが問われる。教える側の活動は Out School として高く評価するが、集まって来る側は消極的な学びになってしまうことが懸念される。Out School としての学びの在り方が問われることになる。数学を主体とした Out School の実践について、現在行われている具体例を示す。

(1) 個人の楽しみと Out School

Out School の活動では共同で作業を行うよりも個人の「楽しみ」が求められる。数学に興味を持って、自ら本を読むことについては、前回、日本の出版物で生涯学習にふさわしい本がないことが示されるとともに、いかにして翻訳ではない啓蒙書を出すことができるかを問うた。考える補助になる道具のないことは、Out School としての学習は難しいかもしれない。

最近、自宅でコンピュータを使う環境ができていて、数学ソフトをインストールして自由に使う人はいない。これは数学だけではなく、すべての学問について言えることかもしれないが、学校を卒業した段階で、学習はすべて終わってしまう。Out School という事柄が日本では馴染まないかもしれないが、「知的な老い方 (外山滋比古)」は老後の楽しみとして、学問の楽しみを推進したいと著書「知的な老い方」で述べている。

考えることの楽しさ、創造力は帰納的な思考方法による。数学が演繹的な思考方法のみであるならばそこには創造も楽しみもない。演繹的な思考方法は数学教育では論理的で、数学的思考方法として確立しているが、帰納的方法によって「楽しい」経験をすることが重要である。Out School においてはこの「楽しさ」が重要であり、楽しくなければ存在できない。

(2) 日立生涯学習数学の会と Out School

数学に関心のある人々を集めての数学教室に近い講座であり、この講座の目的が知識伝達の場にならないようにすることは難しい問題である。受講希望者は、

- ・数学を思い出したい
- ・老人ボケの解消
- ・もう一度数学を学んでみたい
- ・数学を教えて欲しい

など、学びたいという意味はあっても消極的である。教えて欲しいという感じが強い。せ

っかく集まってきた人々に、どのような変化を期待するかは、また期待できるかはわからない。個人で積極的に学んでみようとするか、数学に関心を持つようになるかが問われる。

- ・新聞の数学記事の切り抜き
- ・テレビ番組から数学を選び見る
- ・講義を聞いた後の復習
- ・数学受講後のレポート作成

講義に参加して、今までは思いもよらなかった「数学を考えてみよう」とした。そして、数学が面白いという感想を述べるようになった。きっかけを与えることによって数学を自ら考えるようになったことは Out School の学習へと一歩を踏みだしたのではないか。知識の伝授から、考えるための補助的な講義方法への転換を図り、話を聞くという消極的・受動的な態度からの解消を図った。

日立市のお祭りでは子供たちを集めて算数・数学の楽しさを伝える出し物を作りたいという。先生役をやった経験のない人々が、子供たちに伝えたいことは、数学の「楽しさ」であった。彼らが行為に移したことは、Out School の積極的な活動であった。Out School 活動が広がる可能性を示した。

(3) 科学の祭典と Out School

科学の祭典は約 20 年前、高校物理の先生方によって立ち上げられた。学校教育において実験に当てる時間が減少したことを顧みて、いかにして物理に関心を持ってもらえるかを目的とした。このときは物理を教えるという In School の方式を取らず、いかにして物理を楽しむかという学校教育とは違った科学への接し方に挑戦していた。しかし、現在では科学を教えることが大きな目標となり、また参加する子供たちも、知識を増やし学校教育で生かすことを目指している。科学の祭典の趣旨がやや違った方向へと向かっていることは、科学の展示を担当する側では、科学を教えたいという意識と、大学・会社の宣伝活動

が顕著になっている。そして参加してくる子供たちは科学を知る楽しさを求めるのではなく、知識獲得を求めてくるようになり、科学の祭典が In School の中での活動に代わってきている。

このような科学の祭典の中で、数学展示活動を学校教育と結び付けて、数学学習の動機づけのために、数学の楽しさを知る活動として位置付けることを目指してきた。数学知識を伝授する教育活動は学校教育において In School として熱心に行われているが、そこでは「数学嫌い」を生み出している。この数学から離れていった子供たちにもう一度数学学習に立ち帰るための活動を目指す。与えられた時間は「5分間の勝負」である。そして学校教育で数学嫌いから、数学を学ぼうと思う心を植え付けたい。Out School として数学活動を行うことは、「数学嫌い解消」が重要な課題である。この問題は In School から Out School への接続問題として前回扱った。

残念ながら科学の祭典に出店する側が学校教育の延長線上にこの目的を置いたらば、科学の祭典は In School の方向へ向いてしまう。科学の祭典の会場になる科学館も学校教育の方向を見ていて、博物館教育も Out School から離れていく傾向がみられる。

(4) 数学教育談話会と Out School

Out School における意見交換の場は必要ないとも考えられる。個人による「楽しみ」であるならば、成果を話すことによって他からの評価を必要としない。最近、サイエンス・カフェなど、不特定多数の人々の集合の場があるが、組織的な集合では In School 的になりやすい。Out School としての意見交換の場、相互の協力的な学習などはどのようにあるべきかについては確立していない。

20年の歴史を持つ、数学教育談話会は学校教育について語り合った In School の時代から、現在では現場を離れた小さな集合体にな

っている。個人の学習について、その成果を語り合う。学校教育の現場にいた時とは違い、Out School として競争も評価もない。最近の話題の紹介が中心で、意見を言い合うことはない。興味のある事柄について話をし、その話を聞くことによって、数学を考えることが可能になる。現在は大学定年の数学者、数学教師、科学館研究委員、情報管理会社出身者、経済研究者などが集まっている。専門が異なり、学校教育を職業としていないために、個人の数学学習の話が中心になっている。最近の話題は、

- ・数学は発見か、発明か
- ・新しいゲーム作り
- ・放物線の頂点の軌跡で見つけたこと
- ・数学カレンダーづくり

Out School の成果を共有することがあってもよいが、どのような組織体にするかはわからない。

(5) 数学検定と Out School

数学検定を受検する際に、入学試験に加点されることを理由に挙げると In School になる。受検者の多くはこのために投資する。しかし、数学の楽しみとしての受検者がいる。何回も受検してほとんどすべて合格しているのは Out School としての受検と考えられる。一所懸命に数学を学び、その成果を検定受検で確認しているのかもしれない。生涯学習としての数学検定は我々には身近な生涯学習の機会を与えている。数学を楽しむためには、選択肢の中から答えを選ぶのではない。数学の問題を自分で考えて解くということは、答えを自分の言葉で書くということが重要である。ヒントに従って、問題の解法に誘導された数学は自ら考えることにはならない。数学が楽しいことになるためには、自分で自由に考えるということが必要であり、その経過を記録していくことによって楽しい体験になる。

最近、センター試験に記述式を導入し、学

校教育を変えたいという。問題に書かれていることを追いかけていけば、答えが出てくるような問題は自ら考える中に入らない。日本数学検定協会が記述式を重視し、受検者に答案を書かせる数学は Out School で数学を楽しむことと結びつく。

5. 生涯学習における数学

個人の Out School における数学学習については、その内容について数学教育談話会の話題などで触れた。ここでは、数学発見について考えたい。数学を考えることが大切であって、新しい知識を学ぶことが中心ではないことを述べた。新しい数学知識の発見は、素人には不可能であると決め付けているが、新しいことの発見ではなく再発見でも、数学を楽しむことができたなら面白い。数学を楽しむことができた例を紹介したい。Out School における数学学習の在り方を示す。数学学習の中身は簡単な数学かもしれないが、自ら考える楽しさを味わうことができる。

(1) 数の和の公式作り

ガウスが小学生のとき、1 から 100 までの和が 5050 であることを求めたという。

$$1 + 2 + \dots + n$$

を求めることは、逆に書いて各々の公を加えると $n + 1$ になることを知って $n(n+1)/2$ を得る。この公式は高校のときに学んでいた。

その時に学んだことは、

$$1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = n(n+1)(2n+1)/6$$

$$1^3 + 2^3 + \dots + n^3 = (n(n+1)/2)^2$$

この公式を活用して、

$$1^4 + 2^4 + \dots + n^4$$

はどのようになるかを探してみたい。結果は、

$$n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)/30$$

が求まる。途中の面倒な因数分解が正しかったかは、数式ソフトを用いることが可能である。この続きをやってみてみたいと思うかはその時々々の興味の関心によって異なるが、 $(2n+1)$

が因数として現れるのはどのような時かを知ることができるのも面白い。また結果を掛け算して並べると、

$$n(n+1)/2 = 1/2n^2 + 1/2n$$

$$n(n+1)(2n+1)/6 = 1/3n^3 + 1/2n^2 + 1/6n$$

$$(n(n+1)/2)^2 = 1/4n^4 + 1/2n^3 + 1/4n^2$$

この展開式を眺めることによって、次の形を予想できる。

$$1/5n^5 + 1/2n^4 + 1/3n^3 + \dots$$

実際、 $n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)/30$ の展開は、 $1/5n^5 + 1/2n^4 + 1/3n^3 - n/30$ である。

(2) 数字が持つ神秘性

ギリシャ人はなぜ完全数のような不思議な数の持つ規則を発見したのであろうかという疑問は In School では問題視しない。完全数を覚えることくらいで学習はしない。完全数の数論的な話題の研究でも、なぜ完全数のような規則が発見されたかはわからないであろう。できることなら考えを巡らせるのも興味深い。

1月には28日(太陰暦)なら28という数字の持つ規則は何か。1+2+...+7=28なら何も考えないが、簡単な規則はない。28という数字に興味を持ったならば約数を考えることがあっても不思議ではない。365については何か不思議な規則はないかと考えて、

$$365 = 10^2 + 11^2 + 12^2 = 13^2 + 14^2$$

$$1+2+3+4=10 \text{ で } 1^3+2^3+3^3+4^3=100$$

神秘的な数として6も完全数。

(3) 三角数, 四角数が分かっているならば五角数も作ってみたい

図解されていて示された、

$$\text{三角数 } 1, 3, 6, 10 \dots$$

$$\text{四角数 } 1, 4, 9, 16 \dots$$

に対して、五角数を作ってみたい。正5角形を書くことは定規と分度器でできる。図を描くときれいに点が並んでいることもわかる。

そして、

$$\text{五角数 } 1, 5, 12, 21 \dots$$

が求められる時，何か規則があることも発見できる．そしてn番目の数を作り出すことにも挑戦する可能性がある．自ら探すときの「楽しさ」は Out School の重要な要素になっていて，内容とその結果だけの追求ではない．

6. Out School の数学学習

In School における数学学習では，数学嫌い，数学は役立たないと考える生徒が多い．この数学嫌い解消は，数学の Out School における数学活動に大きな弊害になっている．Out School における数学学習で見てきたように，数学教育では新しい数学を発見・発明することは出来ないと考える節がある．しかし興味関心のある数学では，発見は新しいことではないが，再発見という形で学習に加えられる．すでに出来上がっている数学体系を学ぶことは難しい．数学を楽しむことは，自ら考えることであり，再発見ということを経験できることである．考えること，見つけることは楽しいという体験は In School でも行うことが必要であり，この体験が Out School への橋渡しになる．Out School で数学学習は「考えること」「発見・発明・予想」にその楽しさがある．数学学習が「楽しさ」を追求することが，生涯数学から離れることなく，Out School の数学学習として継続されていく．数学学習が演繹的な論理学習だけではなく，帰納的な思考方法を駆使して，自らの考えを作り出す学習であることを指摘したい．

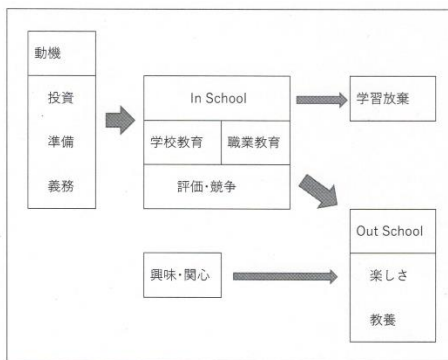


図3 In School から Out School へ

引用・参考文献

- 上ヶ谷友佑 (2016). 「数学の生涯学習研究における学習の転移に関する新概念の提案」. 日本数学教育学会第4回春期研究大会論文集. P. 23-P. 30
- 外山滋比古(2017). 知的な老い方. 大和書房
- 高木貞治(1995), 近世数学史談, 岩波文庫
- 松本精一(2013), 数学・算数の実用的技能検定による生涯学習の推進, 日本数学教育学会第1回春期研究大会論文集, pp. 99-106.
- 水町龍一編(2017), 『大学教育の数学的リテラシー』, 渡辺信, 生涯学習から大学教育を構築する, P. 166-174, 東信堂
- 渡辺信 (2013). 「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」, 日本数学教育学会第1回春期研究大会論文集, pp. 119-126.
- 渡辺信 (2016). 「生涯学習と数学教育」. 日本数学教育学会第4回春期研究大会論文集. P. 3-P. 10
- 渡辺信(2016). 「「In School」と「Out School」の接続問題」. 日本数学教育学会第5回春期研究大会論文集. P. 75-83
- S. Watanabe (2016). Lifelong Learning on Mathematics. ICME13 TG5 (abstract)
- S. Watanabe (2017), The Connection of In school and out school. 24th International conference on Adult Learning of Math (24ALM) (abstract)
- 公益財団法人日本数学検定協会(2018), 公益財団法人日本数学検定協会が「記述式」を重んじる理由