

数学教育と生涯学習

—生涯学習の準備としての学校教育—

Mathematical Education and Lifelong Learning

—The School Education as preparing for the Life Long Learning—

渡辺信

生涯学習数学研究所/公益財団法人日本数学検定協会

要 約

日本の数学教育関係の学会では、学校教育だけが研究の対象になっている。この今までの研究状況への変化は『生涯学習』を学会の重要な研究課題として取り上げる試みがなされたことである。人生 80 年の中での学校教育はわずか 20 年、ほんの一時期の教育のみが数学教育の対象になるのではなく、学校という制度から離れた学校外(生涯学習)の教育・学習を誰もが必要とする数学教育を研究対象とする。本稿では、生涯学習としての学校教育の在り方を問う。方法として現在の学校教育が生涯学習を意識してはいないことから、いかに学校教育を改革するかを考える。生涯学習を目指すことは生涯学習から見た『生きる力』を身に付けることが必要である。

キーワード 知識偏重の教育 数学的思考 数学生涯学習の定義 PIAAC

1. 数学の生涯学習の意味

生涯学習での数学の重要性は数学という学問を広く定義しなおした。学校教育での数学の知識がそのまま生涯学習として用いられることはない。学校教育の各段階で最近『数学は役立つか』という問いかけが生徒になされる。この問いかけに対して生徒の答えは、計算が買物に役立つ程度の返答しかできない。ゆとり教育の出発点での問題では、2次方程式の解法を学んでも生活には役立ったことがないという

意見から、数学教育の内容が大幅に減少した。数学で学んだ知識がそのままの形で、生活に役立つかという問いかけに、数学教育に対する大きな落とし穴があったと考えられる。この問題に生涯学習の側からの見解は重要な数学教育に対する目標の設定を与えると同時に、生涯学習の数学の明確な定義が必要になると考えられる。このような結果から、生涯学習における数学の定義をより広義な数学として次のように提示した。

数学の広義な定義

与えられた条件のもとで、判断し、行動するための最適解を求める活動を数学とする。

この定義は数学教育での「問題解決」の方法論に近い見方とも考えられる。また、このように定義することによって数学は『誰にでも・何時でも・何処でも・生活していくとき』に必要なこととなることが分かる。学校教育における数学の教育目標とは異なるが、学校教育に数学を徹底して学ぶことによって身に付けることができる。

2. 知識偏重の教育問題

我が国の数学教育は明治期に西洋学問導入と共に始まる。江戸時代から国民の教養として『読み・書き・算盤』を掲げて学び続けた教育とは大きく違った教育が始まった。江戸時代から続いた教育では西洋に『追いつき、追い越す』ことはできない。富国強兵のためには西洋学問の成果を必要としたことは、当時の後進国としてのおかれた状況から『西洋学問の知識吸収』は必要不可欠な事柄であった。教育の目標として効率よく知識を学ぶことは絶対的に必要なこととして考えられたことは必然的であった。国民が身に付けた『読み・書き・算盤』の知識は日本が外国の植民地にならなかった大きな力を持っていたが、西洋の学問の前にはあまりに微力であったと考えたのであろう。この知識を享受するための方法として、効率よく学問を吸収する方法は、知識重視の教育の確立となった。国民の教養としての『読み・書き・算盤』の学びと、『西洋学問の知識吸収』とは教育の質が大きく違っていることは無視したに違いない。学校教育の目標はあくまでもすでに出来上がっている『知識』を学ぶことである。自らが考え抜いて創り出すということは、この教育制度の確率の初めから教育に抜けてしまった。

生涯学習の視点からこの教育を問題にしたときに、与えられた知識を習得することが目標となった教育は自ら考えるという最も重要な

学習態度を身に付けることができない。現在でも生涯学習が日本に定着しないのは、教育は出来上がったものを受け取ることである欠陥が影響している。生涯学習は学校卒業後再び学校に戻り学びなおすことと思いついでいる。知識を与えられるのではなく、数学知識を創ることと同時に、その数学的思考力を用いてみずから直面する問題を解決することが必要である。学校教育が知識重視の数学教育から脱皮できないことは、生涯学習では数学は必要なくなる。生涯学習に付いてもその定義を明確にする。

生涯学習の定義

学び与えられる学習から卒業した段階から始まる学習方法を生涯学習とする。

言い換えれば生涯学習とは主体性を持った主体的な学習となる。

3. 効率重視からの教育問題

学校教育が知識重視と共に、効率よく学びとることを目指したことは、多くの問題点を学校教育が現在もそのまま引きずっている。西洋学問は非常に長い歴史を持っているが、その歴史を飛び越えて知識吸収するためには、効率性は重要な課題であった。

(1) 理系文系の分離

生涯学習とは一人の個が生きるために必要な力を身に付け、生かすことである。この時に、学問の文系理系を分けることは正しいことではない。学問には自然科学としての理系分野と、社会科学・人文科学としての文系分野があることは学問分野の整理には必要である。しかし、学問を生涯学習として眺めたときに、その学問を生かすことはこの学問の分野を切り離すことではない。知識を学ぶ効率の良さを重視したならば、理系・文系の分野別に効率よく整理された学問体系を積み重ねて学ぶことは必要不可欠な方法である。

この分野別に効率良く学ぶことは、高校生になると同時に大学入学試験の準備から始まる。数学教育での問題点は文系を目指す高校生は

1年生の「数学Ⅰ」を学び終わると再び数学に接する機会はない。大学入学試験に数学を選び必要のない生徒は全体の70%に及ぶ。16歳までは数学を学校教育で学んでも、その数学が嫌いになり文系を選ぶことによって数学からは遠ざかってしまう。数学の学習が問題になっている理系を選ぶ大きな原動力になっている。生涯学習の数学が広義の意味で捉える数学は必要な学問である。誰にでも必要な時代に数学を学ばないことは、自らの道を閉ざしている。また逆に数学が得意で理系を選ぶと文系の科目は学校教育ではほとんど学習をすることはない。

生涯学習にとって文系・理系の区別はない。両方ともに常に必要なことであり、知識よりもその学問の創造に携わることが重要である。特に数学はすべてにかかわる事柄であり、問題解決のためには理系の身の思考方法では狭い。知識を得るための教育方法では効率的に体系的に学ぶことは時間的にも早く、成果を上げることができることは重要であった。学校教育はこの出来上がった知識を身に付けることを目標にしていて、現在でも考え方は明治期の教育を西洋から取り入れた出発点の考え方と変わらない。学校教育がいつまでお知識獲得を重視するのではなく、文系と理系を分けて効率を考えることを考え直す必要がある。

生涯学習の視点から学問を眺めたときに、学問の知識獲得という学習が生涯学習にはならない。大学に再入学することが生涯学習ではないことはこの知識重視で生涯学習は説明が付かない部分にある。この文系・理系の区別のない大学教育はアメリカのリベラル・アーツの教育に見ることができる。この教育制度は大学の教育が学校卒業後の将来を見据えた大学から社会への接続を意識しているに違いない。文系・理系の分化の教育は日本の問題点であり、日本にのみ存在する問題である。この問題は生涯学習という意識がない現在まで続き、われわれはあまり問題視していないようにも見られ

るが、より真剣に問わなくてはならないと考える。生涯学習の視点からは細切れの学問を学ぶのではないことに注意したい。

(2) 横の学習・縦の学習

中学校の学習指導要領の数学を見ると、4分野と数学的活動から各学年ともに教科の内容が示されている。各学年ともに全く同じ分野が、同じ順序で示されている。そして教科書の目次は各学年ともにA数と式からD資料の活用と「縦」に並ぶ。学年に従って中身が高度になっていくことは、その置かれた学年に学ぶ程度が一致しているように配慮されている。この学習を『縦の学習』と呼ぶことにする。

	第1学年	第2学年	第3学年
A	数と式	数と式	数と式
B	図形	図形	図形
C	関数	関数	関数
D	資料の活用	資料の活用	資料の活用
	数学的活動	数学的活動	数学的活動

中学校の学習分野の配列

なぜ現在の数学教育は『縦の学習』なのかを考えると、学問の細分による文系・理系と同じ問題に到達する。この『縦の学習』は知識の効率のよい与え方になっている。学年にふさわしい知識の内容を置くことによって、理解可能な内容とすることは素晴らしい。日本の教育が項目別に分けることによって知識を重視することを主眼にしてきた。効率の良い理解の可能な学年の成長にふさわしい内容とすることに主眼を置いたことは知識理解のためには良かった。この教育の考え方が現在でも残っている。理屈や理由を考えるのではなく、知識を項目別に整理して覚える教育は明治に始まった。

学習指導要領の数学現代化の前、高校の教科書は『代数』『幾何』に分かれていた。1週5時間の授業は3時間の『代数』と2時間の『幾何』に分かれ、担当教師も分かれていたために違った教科として学んだこともあった。現在は

『数学Ⅰ』の中で代数も幾何も、その他の分野もすべて扱う。知識の細切れになってしまった。学年で学ぶことを重視して教科内容を細切れにして扱うのではなく、この学ぶことを横に見たときに数学はもっと大きな体系が作られ相互に関連していることを学ぶことができるのではないかと思う。数学という教科の中で細かく分かれたいろいろな分野をできるだけ多く教えたいのであろう。多くのことを知ってもその知識は体系化されず生かすことができないのが現状なのかもしれない。このような学習方法を生涯学習の立場から眺めたときに、物事を広く最適解として解決するためには数学知識が役立たない。『横の学習』をすることによって、数学という学問はもっと深い有用な学問になる。

(3) Thai Science Center for Education

日本の教育の目標に対して、タイ・バンコクにある科学館の標語はアインシュタインの言葉を掲げている。知識を覚えることが学校教育の最大の目標に対して、警告の言葉として受け止めたい。タイの教育がこの標語にふさわしいかはわからないが、生涯学習を目指すことは与えられた知識を覚えることではなく、その知識を使うことによって現実の問題を解決する方法を探ること、その意味で数学教育の重要性を考えている。

Imagination is more important than
knowledge -Albert Einstein

4. 生涯学習に向かう兆し

学校教育は生涯学習の準備と教育として考えることができる。学校を卒業し今まで学校の制度の中に存在した教育者の立場は生涯学習では消え去る。指導者のもとで与えられたことを学ぶという姿勢ではなく、常に自らが率先して学ばなくてはならない。学ぶ本人が指導者であり学ぶ人である。現在の状況では学ぶということは常に高らの指導を仰ぐことと考えがちである。この指導者を求める姿勢、指導者の指

示を待つことは自らの置かれた場所の開拓をすることは不可能であり、生涯学習をすることはできない。より積極的に自らが置かれたそのただなかで、当面した問題を解決するために数学を学ぶ必要がある。この数学を学ぶ訓練として、指導者の問題ではなく教育内容で将来を見通して必要な数学力を用意する方向と物事の解決するための方法を身に付けるために、『数学的活動』という数学を生かす方法と、数学の内容として新しい分野『資料の活用』が入ったことは学習指導要領に変化が現れた。

(1) 『数学的活動』について

『数学的活動』は知識を多く蓄積するのではない学習方法であるならば、明治時代からの知識重視の教育とは異質である。学ぶ知識の量は乏しく、学んだ数学力を生かして問題を解決することを訓練することであれば、生涯学習としての数学に非常に近い。学習指導要領には、数学的活用についての重視があり、『生きる力』との関連がある。このような数学的活動は学校教育以降の生涯学習への橋渡しになる可能性が高い。

数学的活動を今後も一層重視していくため、各学年の内容において、数学的活動についての記述を位置付けるようにする。その際、小学校と中学校との接続に配慮する。

例えば、数学を生み出す活動、数学を利用する活動、数学的に伝え合う活動、数学的に実感する活動など、数学的活動を具体的に示す。また、現行の課題学習については、数学的活動が実現される場面と位置付け、既習内容を総合して問題を解決する学習に取り組むことができるようにするなどの改善を図る。

(学習指導要領数学解説から引用)

(2) 新しい分野『資料の活用』

今回から新しい分野が数学教育に加わった。この分野に対して『統計』という用語が使われなかったことは生涯学習の視点から重要である。情報化時代になって多くの情報・データが知識に置き換えられ、新しい発見・判断に重要

な役割を演ずることを認識している。これからの社会は多くのデータがいろいろと語りかけてくる。この情報をどのように処理し、どのように活用するかは重要な処理能力になることを見越している。社会の変化が学校教育の教科内容に大きな影響を与えた。この生涯学習から眺めたときに、物事の判断をするための手段としてのデータ整理は従来の学問としての『統計』とは異なる。生涯学習としての数学にふさわしい内容が加味されて、時代を生きるために数学の必要性を指し示した。

(3) 公務員試験が意味すること

公務委員の試験には数的思考が問われる。将来の数学的素養をどのような観点から眺めているかは興味深い。この問題を考えるストラテジーとして次のような項目を身につけておくことが好ましいと考えられている。

1. 条件の重視
2. 言葉で語られていることを図化
3. 図を読みとる
4. パターンを見つけ帰納的に推測
5. 分類する
6. 規則や性質を推測
7. 事柄や関係を数式で表現
8. その他

このような数的思考を公務員試験の課すことは大学の数学教育を否定的に見ているとするのではなく、数学を一生懸命に学ぶことによってはじめて身に付けることが可能になる。消極的な数学リテラシー教育ではなくこのようなストラテジーを数学教育を通して学ばなくてはならないことを指し示している。積極的に数学を学ぶことの意義を生涯学習との連携から眺めたときに試験としてふさわしいと考えられる。現在の大学での教養としての数学教育はややもすると学問としての数学に欠けることが問題である。

(4) 生涯学習の数学的思考の定義

生涯学習における数学学習についてはその定義を与えた。生涯学習への変化の兆しについ

て考えるにあたり、数学的思考について考えておく必要がある。生涯学習の重視を考える社会の状況は数学的思考について次のように定義できる。

数学的思考の定義

与えられた条件(データをも含めて)のもとで、判断し行動するための最適解を求めることで、問題解決に近い学習を指す。このためには学校教育において学んだ数学が役に立つ。

5. 生涯学習の実践例

(1) 日立科学館の数学講義が目指すこと

我々の人生は長い。大学卒業までの20年は人生の4分の1にしか過ぎない。この20年間で学習がすねて終わることはない。そこで大学卒業後に再び学ぶために教育機関の門をたたくようなことが必要と思うかもしれない。しかし、再び大学等の教育機関に入り新しく学びなおそうとすることは生涯学習にはならない。現在の状況では生涯学習への移行ができない大学教育の現状を考え、カルチャーセンターのような場を設定することも必要であろう。数学に興味を持って集まる一般市民も多い。彼らは数学を学ぶことによって直接仕事に役立てるのではないが、社会の中で数学的思考の重要性を知っているとされる。生涯学習に付いての一般市民の現在の考えに付いて、茨城県日立市で行われた市民のための数学講座のアンケートを参考にして生涯活動について考えた。

<数学に対する感想>	
算数・数学が好きでもう一度学びたい	33
算数・数学が苦手であったが数学の必要性を感じる	27
<参加目的>	
子供に教えたい	29
生涯学習として数学は大切	22
新しい仲間との出会いを求めたい	1
科学館ボランティアをしたい	2
その他	3

〈満足度〉	
大変満足	42
ほぼ満足	33
やや不満	2
不満	0

日立市で行われた数学公開講座(延 77 名参加)

この講座に参加する聴講者が学校教育の延長線上にいるのではなく、知識吸収に走るのではなく、日常生活の中で数学を活用していくことが望ましい。「子どもに教えたい」「孫の算数を見てあげたい」という積極的な目標を持っていることは重要である。実際に、子供たちと算数・数学の話をしている感想も伝わってくる。以前学校教育で学んだ算数・数学は今まで生かすことがなく全て忘れていた。実際に動き出すことによって数学が行かされている。しかし、学びの姿勢になって知識を与えられるのを待つことは見受けられることは、学校教育と生涯学習との接続がないことを物語る。

(2) 数学教育談話会

毎月一回日曜日の午後、数学教育に関心のある数名が集まって数学に関する話題を話し合ってきた。始まったのは 20 年くらい前であった。当時は数学教育の現役である「先生」が中心であり、興味関心は数学教育学の構築にあった。数学教育を学問として確立するための研究会と性格が強かった。現在は多くのメンバーが現役を退き、直接学生に接することがなくなったときに、数学に対する考え方が変わってきた。数学という専門を基盤にした生活態度を問題の中心に置くようになったと言えよう。生涯学習を重んじる数学教育談話会に変化していった。このような段階から数学教育に直接かかわっていなかったメンバーが加わるようになった。会社での情報処理に携わる時の数学的思考力の大切さ、生活の中での論理的判断の重要性、数学愛好家としての数学の楽しみなど、最近は学問としての数学知識よりも数学を活用する思考方法の問題に中心が移って行った。メンバ

ーが現役を退いた後自然な流れで生涯学習に向かった。

数学教育談話会の話題
学習指導要領の縦割りを横に見る
$\sqrt{2}$ は無理数の証明の質の変化
データが語ること
半正多面体の作成の試み
数学問題付きカレンダーに注目
問題作成学の新しい構築

問題提起は以前は教育現場から具体的な問題を話題にすることや、数学知識創造の方法などであったが、最近では生活の中の数学が話題になる。また談話会の方法としては出席者全員が話題を持ち寄り、各自が必ず話をするにしている。話題提供を受ける側は批判的な態度ではない。学問を作り上げると言う談話会から、数学の重要性を読み取るようになってきた。生涯学習の在り方を考える場が自然に作りだされている。

(3) 数学俳句

現在の日本の数学教育は知識の重視であり、効率を重んじることから、理系と文系の分離があることを批判的に問題視した。この文系・理系の融合を目指す動きが数学俳句作成の試みの中に見られる。俳句は国語教育で行われるだけではなく、数学的な精神を俳句に詠み込むことが日本数学検定協会が 3 月 14 日の数学の日に実施している。学校での取り組みは算数の時間に俳句を詠むよりも、国語の授業時間に算数の言葉を入れは俳句を作る指導がなされる。中学校からの教科の道立を重視する教育体系では指導は行いにくい、小学校の担任がすべてを担当する現在の方法では合科教育は行いやすい。応募は圧倒的に小学生が多く素晴らしい句を作ると言う。その中で算数・数学に苦しみ、関心が算数・数学からそれていることが多いことは教育の問題を語っている。また、中高年の作品には言葉は数学であってもその中で読まれていることは数学からは遠い世界を読んでいることも、文系・理系の表れかもしれ

ない。生涯学習として俳句を作ることを学ぶのではなく、自ら俳句を読むことが重要な活動である。その俳句の中にも数学的精神が、数学という学問が生きてくるようになることが望ましい。文系・理系を分けるのは簡単であるが、生涯学習は文化ではなく総合であろう。

数学俳句の例

解けぬ数 枯れ野の中の 梅ひとつ
陽だまりに 4次元世界 夢うつつ

6. PIAAC 成人力調査

OECDの世界学力評価は今までは学校教育を中心として行われてきたが、今回PIAAC成人を対象として、職業訓練など今後の人材育成政策の参考となる知見を得ることを目的した調査が実施された。この調査の目的には、

知識の有無を問うのではなく、日常生活の様々な状況の中で情報を活用するスキルを重視。数学の公式などの知識がないと解けない問題が出題されることはない。

(PIAAC調査概要より)

として、3つのスキル「読解力(Literacy)」「数的思考力(Numeracy)」「ITを活用した問題解決能力(Problem solving in technology-rich environments)」調査が行われた。特に今回生涯学習の観点から注目する「数的思考力(Numeracy)」については

- ・社会に参加し、自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発展させるために、書かれたテキストを理解し、評価し、利用し、これに取り組む能力。
- ・成人の生活において、さまざまな状況の下での数学的な必要性に関わり、対処していくために数学的な情報や概念にアクセスし、利用し、解釈し、伝達する能力。

(PIAAC調査概要より)

と記されている。この調査結果の順位を問題にするのではなく、生涯学習をいかに評価する灌視点からPIAACの数的思考力の問題を見ながら

生涯学習としての問題とその答えを求める数学が重要な役割を果たす数学思考について検討したい。

成人力調査(PIAAC)数的思考力の問題

問題 黒糖まんじゅうの箱の写真をみてください。次の質問の答えを求めてください。



1箱に全部で105個の黒糖まんじゅうが入っています。この黒糖まんじゅうは、1箱の中に何段重ねて箱詰めされていますか。

答え $105 \div (7 \times 5) = 3$ 3段

今回提示された国際調査成人力数的思考力の問題は生涯学習としての問題にはまだ遠い。この成人力調査の数学的思考の問題では、学校の数学教育の延長線上にあって、社会の中で生じる数学的思考の可能性からはまだいくつかの段階を踏む必要がある。生涯学習の数学的思考は自らが考えることが必要であり、公式的な数学知識の見方を変えるだけでは役立たない。数学的思考を『与えられた条件に最もふさわしい解(最適解)を求める手段』としたことから、生涯学習における問題は次のような変化する。

この問題をより発展させて、生涯学習として我々が対処すべき場面へと引き上げてみたい。生涯学習としては一つの問題が与えられる。この問題に対して数学的思考力、数学的知識を活用して問題解決にあたり、最適解を求める全体を数学学習は指し示す。

生涯学習としての問題(数学的思考を生かす)

社会の要求として、菓子を作っているメーカーに箱を納入する

答え 最適な箱を作る

問題を提示される対象が『お菓子の箱を作っているメーカーに関わっている』とする。お菓子会社から与えられる条件のもとで、最適な箱を作り納品することを求められているとする。

どのような箱を作ることが求められた条件のもとで最適な箱なのかを考え、作ることが求められる。お菓子のメーカーから言われたとおりの寸法で箱を作るとは日本人は得意である。その過程において数学的思考を使っているとは考えないが、寸法を間違えなく作る過程には相手の求める通りの箱ができればよいという時代は終わった。この問題に携わる(問題が与えられた側に求められることは)より最適な箱を作って欲しいという問題になる。大量生産可能な箱ではなく、個々の条件にふさわしい箱が要求される社会になったと考えたい。

生涯学習としての問題

問題 お菓子をいれる最も良い箱作り

条件は何か

105個を入れる箱が欲しい

箱の単価は？

お菓子の大きさは？

大きさはどのくらいが良いか 段数は？

これらの条件に合った最適解を検討する

箱の大きさを考えて段数が決まる

段数が決まれば、縦・横が決まる

お菓子の間に隙間を空けるか？

箱の中に宣伝等を入れるか？

ほかに考えられる条件は何か？

求められたことが条件のもとで最適解になっているかが問われる。

お菓子会社が箱を作る会社への発注とその受注において、発注の条件を満たす箱を作ることができることが要求された最適なもの(箱)が可能な社会には「数学」が存在する。この発注と受注の相互関係の中での最適解の存在が数学的思考になる。

生涯学習が問う社会の問題としてこの問題が提示されることはないであろう。なぜなら社会的には不自然なことが多い。家庭で一回に105個のお菓子をもらうことは考えられないが、数学(算数)の問題としては105という数字が約数が多いことで使われたと考えられる。数学の問題が実生活と遊離していることは問題があ

る。105という数字は約数が多くおもしろい数字かもしれない。しかし、お菓子として使われる数字であろうか。また、社会の中に現れる数値としては興味がない。

7. 生涯学習は誰もが必要なこと

学び続けることの重要性が問われる現在、その学びという言葉が持つ意味を問うことが生涯学習にとって重要な課題である。そしてこの学びが数学の身で成り立つのではなくすべての学問の総合化を求められている。学校教育が目指す知識の伝承に対して、生涯学習は知識の創造でもある。この知識の創造を学問研究の専門的活動に置くのではなく、日常の生活の中で各人が置かれた立場を最適な解を求めて活動すること、その活動の過程では数学が重要な思考方法を占めている。学校教育が数学的活動を重んじることは生涯学習との接続になる。社会は生涯学習を重視し始めたが、この学びが学校教育の再履修ではないことに注意が必要であると考える。

8. 参考文献

- (1) 渡辺信 2013 生涯学習の立場から数学教育をみる 日本数学教育学会秋季研究会
- (2) 渡辺信 2009 「数学教育と生涯学習の可能性」について 数学教育の会 2009 年冬の集会
- (3) 渡辺信 2013 生涯学習が教育の主流になる未来社会 日本科学教育学会発表論文集
- (4) 村越淳史・松寄昭雄 2014 地方公務員が身に付けておくべき「数学的処理能力」についての考察. 数学教育学会誌
- (5) 渡辺信 (2014) 生涯学習から大学教育を構築する International Workshop on Mathematical Literacy of University Level and Transition from Secondary
- (6) 文部科学 (2014) OECD 国際成人力調査 調査結果の概要—読解力・数的思考力—
- (7) MathMath 第三回数学・算数俳句大賞決定! (2014) No. 5 公益財団法人日本数学検定協会