

2年間 数学史の授業を担当して*

Teaching Mathematics History at the Graduate Course
in Yonago National Collage of Technology

梶川 雄二**

Yuji Kajikawa

概 要

もしも数学史上の偉人ニュートンが現代によみがえって現代の社会状況を見たとき、彼は一体どう思うであろうか？確かに彼が発見、あるいは発明した自然科学が一見地球を繁栄に導いたと見えるであろう。しかしながらよく考えると、地球の気温上昇、それに伴う水位上昇、はては空気や水の汚染。これらは明らかにマイナスの要素ではないだろうか！？一部の人々の間では、ニュートンこそ史上最大の悪人の一人ではないかとさえ言われているのが、現在の日本の偽らざる現状である。

また、私見によると、ニュートンは必ずしもよく言われているような近代科学の祖ではなかったのではないかと思われる。なぜならば、彼の考えは半分以上は中世に根ざしているからである。一例を挙げると、彼の師であるアイザックバーロー氏の考え方がそれを端的に物語っている。バーローが導関数（微分）をどうとらえていたかが、非常に興味深い数学史上の事実である。

I はじめに

2004 年前期～2005 年前期にかけて本校の専攻科において、数学史、数学教育の授業を担当させていただいた。

本論ではそのときの経験をまず述べて、後ほど数学を本校でどう捉えてゆくかについても言及したい。

II 授業方法について

数学史の授業ではまず何回か、私自身が数学の発展してきた経過を講義し、**学生たちがある程度数学を歴史的観点からながめられる様に訓練**をした。

そのあと、各学科毎にプレゼンテーションをしてもらい、自分たちが興味を持つ年代の数学により親んでもらった。

そしてしめくりにはテストを施し（2回程）理解の度合いをチェックした。

私が一番腐心した点は、社会人入学生についてである。

つまり、2名の物質工学科への社会人入学生についてであるが、数学としての程度を落とさず、しかも社会人入学生たちに授業についてこれる講義をすることを任せられたわけである。

私はテキストを選ぶときに最深の注意をはらった結果、科学新興新社のモノグラフ第25巻数学史をとりあげることにした。

ただ単に数学の歴史をひもとくだけではなくて、演習問題を多く含んだ教材だからである。結果的に授業はおおむね成功したのではないだろうか？特にプレゼンテーションでは建築学科と物質工学科の黄金比の競演が素晴らしい出来ばえであった。建築学科ではミロのウィーナス像やダビデ像における黄金比の事例が数多く出され、物質工学科では数列への応用も含めた素晴らしい発表であった。また電気工学科、電子制御工学科、機械工学科も近代の数学、ギリシアの数学、インドの本数学などをとりあげ、素晴らしいの一語につけるような出来ばえであった。

筆記試験においては論文方式が半分純然たる数学史の問題が半分とし人魚のような形をとった問題形式となった。

*原稿受理 平成 17 年 9 月 1 日

**一般科目

III バーローに関する感想

最後のテストの終わりに私は学生たちに次のような問いかけをした。つまりアイザックニュートンの師アイザックバーローとニュートン自身の関係が比較的うまくいったのはどういう理由によるか？といったことである。

この問いに関して学生達は実に様々な答え方をしたが、私自身にも深く考えさせられた答案もいくつか存在している。それをここで紹介したい。

・物質工学科 OK 君の答案

一般論における師と弟子の関係は師が自分の持ち得る全ての知力、技を弟子におし気もなく与えるものだと考えられる。その上で弟子は教を自分の中で消化、昇華させ、最終的には師を越える。自らがその英名を自身の弟子に、与えることで、さらなる高みを目指す為のシステムである。しかしながら学問においてその関係を維持することが難しいとされるのは、師は一般的な師としてのスタンスを持って弟子に接することが少ないからではないからではないかと考える。

つまり学問をつきとめると誰にも分からない「自分だけが知っている」事が起こる。その「発見」を世の中が認めさせるまでの道のりが険しく難しい為、その中でくじけてしまうことが多いから。

まあ簡単に言うと、師も弟子も最終的には自分が賢くてあとは全員バカと考えるようになるので、意見の相違から仲が悪くなると、はっきりいって昔も今もあんまりかわらないと思います。弟子の考え方について行けなくなって師がへそをまげて終わり、ってことじゃないですか。ある意味では、これも師を越えるという事かもしれない。

・建築学科 K 君の答案

バーローはニュートンの先生であった。彼の考え方は本質的にはフェルマーの考え方と同じで、ギリシャ的、静的な考え方であり、微分学の特徴である動的な考え方がぬけている。この考え方を踏み越えて、動的な考え方を採用し、動く数学とも言うべき微分積分を建設したのが弟子であるニュートンだった。師の考えを発展させて多大なる功績を残したのだから師弟関係としては最良であるが、相当大きな器でもない限り自分を踏み

台にして上に行かれたという考えを持ちかねないのが人間でしょう。ねたむ気持があるから自分以上に行きたいと考える訳で、もし自分にそんな力が残っておらず、相手が勢いのある若い人ならそのうつぶんをはらす矛先は自分を持ち上げる力とならず、相手に直接ぶつけてしまうのではないのでしょうか？既に後ろを向いている師に直接ぶつけてしまうのではないのでしょうか？

IV 人物中心の授業

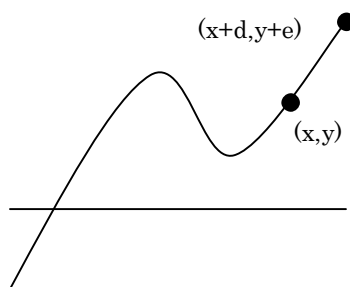
初年度の授業と2年目の授業で最も変化した点は、人物像中心の授業へと変化したことである。具体的にいうとIIIでも述べたようにニュートンに大きなフォーカスを当て、その真の人物像を描き出そうとした点である。万有引力に関するりんごの逸話こそ有名ではあるが、案外彼の人物像については良く知られていないのが実情である。

ニュートンとその師バーローの仲が良かったか悪かったかという点はさておいて、**バーロー**の知的財産をニュートンが受け継いだのは確かなことである。

しかしながら師バーローの考え方は近代的というよりむしろ中世的であり、従って近代科学の祖とされるニュートンにもずいぶんその影響があったようである。つまりニュートンの考え方にも中世的な考え方の部分が多く見うけられるということである。ここでその決定的な例を出してみよう。つまりバーローの考えた微分法である。

$y = x^3 + 3x^2 - 4x + 5$ の導関数をバーローはこう計算している。

(x, y) に非常に近い点 $(x+d, y+e)$ を考え、これも三次曲線上にあるとする。



$$\left. \begin{array}{l} y+e=(x+d)^3+3(x+d)^2-4(x+d)+5 \\ y=x^3+3x^2-4x+5 \end{array} \right\} \\ \hline e=3x^2d+3xd^2+d^3+6xd+3d^2-4d \\ \therefore \frac{e}{d}=3x^2+3xd+d^2+6x+3d-4 \\ d \doteq 0 \text{ と考えると} \\ \frac{e}{d}=3x^2+6x-4 \quad \dots \text{導関数}$$

この方法は現在の（ニュートン以降の）微分法とよく似てはいるが、根本は静的であり絵画でいうと『受胎告知』のようなフレスコ画的手法である。又現在の微分法は動的でミケランジェロの彫刻のようである。（たとえばダビデ像などのように）

しかしながらその差異は、今まで、いわれてきたような崖のような大きなへだたりではないと考える。さなぎがいきなり羽化して蟬になるのではなく、さなぎの時代こそ中世にあたり（ここではパーローの考え方）いろいろな細胞組み換えなどの過程があってはじめて蟬がさなぎから変化して出てくるのである。

だからこそルネサンス自身も急に起こったのではなく段階をおって徐々に起こっていったのだ。というのが正しいとらえ方である私は考える。

又、私の読んだウォルターペーターの著書『ルネサンス』の主要な主張もそうであると理解している。最近中世のヨーロッパの文化が再認識され中世イコール暗黒時代とする従来の学説は、くつがされそうになっている。

数学史の本においてもある中世の封建諸侯（オレスム）によってあみだされた指数法則がきわめて今日の数学に重要な影響を与えていることも指示されている。私がドイツを訪れたときもフランクフルト近郊の農業博物館において日本の寺小屋にあたる学校の校舎を案内してもらったが、そこで私が目にしたものはなんと古い大きなそろばんであった。

民衆は、封建諸侯とは別に商工業についての知識から計算ということに非常に熱心になっておったとのことである。このことが、さきほどのさなぎのたとえと非常によくあっている事にご注意願いたい。

V 数学史・数学基礎論を取り入れた授業の必要性について

我々が数学を教えるさいに、あたり前だと思っていることがある。それは数学は理路整然としていて完全であるということである。ところが数学史を学んでいくと、どうも必ずしもそうではないという点に必ずつきあたる。又、私のように日本の数学（和算）に手を染めているものはこんな面白い題材が現在のある意味で閉そくした数学の世界にあるだろうか？もっと和算のすばらしい点を見直さなければならないのではないかとこの疑問を持つようになる。

現在数学は欧文調で書かれている。英語が世界共通の言語であるかのような世界のありかたと同様である。和算は漢文で書かれているので、世界どころか、日本人の中でも何が書かれているのか特殊な訓練を受けた人たちにしか理解はできない。それでもそのすぐれた内容は洋の東西を問わずわかる人にはわかっている。例えば、私に時々課題を下さるドイツの元ニュルンベルク・エアランゲン大学教授のフィッシャー博士は、熱心に東洋の数学の研究に励んでいらっしゃるが、私の知らないような日本の和算の業績をはるかはなれたドイツで啓蒙されている。

東洋人は一般に論理をたどるより、自分たちがこんな問題を考えたら楽しくすばらしいのではないかという考え方をしようである。今日までも日本の各地で和算の算額が見つかっており日本の数学レベルの高さが見つかっており日本の数学のレベルの高さが、偽りではないことを如実にしめしている。私はこの冬にも渡欧し今まで目のみをみなかったすばらしいこの文化をしらしめねばと思っている。たとえば関孝和こそ世界で最初に3次の行列式の展開法を発見した人であり、従って現在この方法はサラスの方法と呼ばれているが、経緯からして、彼に敬意を表して、関の方法と呼ぶほうがふさわしいと私は考える。この考え方は ICME (International Congress on Mathematical Education) (国際数学教育会議) などで私が常に訴えていることなのであるが、言葉の壁があってもなかなか理解されてはいない。

それと、もう一つ考えねばならぬのは、前述の数学の閉塞状態である。今日余りに専門分化した数学は、ちょっと分野が違くと、もうお互いに理

解不能であるというさびしい世界になってしまっている。人は時々高みに立って、まわりを見回すべきで、今日のような時代にこそ今まで数学がたどってきた道、あるいは数学とは何かという根源的な問を見つめなおすことがきわめて大事であると考えられる。文化系の学問のよいところはどんなに専門分化しても、「人間とは何か」という問と、どこかで必ず係りあいを持っていることであるはずなのだが、これも最近はいよいよあやしくなってきた。

ましてや本校のような理科系の学校こそそういうことに注意を払ってゆくべきで小手先の技術的問題を乗り越えていろいろな議論がなされるべきであるとは私は考える。数学についても競わせるばかりではなく、それぞれの個性にあったやり方を考えていくべきであり、数学史などは、それぞれの学科・学生にあったように導いて行ける点で、非常に必要なものではないかという考えにたどりつくのである。

VI ニュートンとカロッサ

同じりんごの実を題材にしたニュートンとカロッサではかなりの物の見方が異なっている。ニュートンの万有引力の法則のひきがねとなったりんごの実の落下はたとえばイグアスの滝、ナイアガラの滝又は華厳の滝は皆異なっているけど、水の落下という点では同じだという風な主張であると思われる。

ところがドイツの有名な文学者・医師のハンスカロッサは彼の小説『美しき惑いの年』の冒頭で、このようなことをいっている。世界中のりんごの木が皆かかれてしまって、あとにはただ平凡なレネット種の種が残ったとき。人間はいったいどうするであろうか？顕微鏡でくわしく観察するであろうか？それとも運を地に任せて地面にまくのだろうか？

私見では、科学技術が一種の閉塞状態にあり、必ずしも昔のニュートンが考えたような理想的な社会になっていないので、いろんな場面でむしろカロッサ流の考え方が必要となってくるのではあるまいか。

ある年の紅白歌合戦のとりで、人気グループス

マップはすばらしい曲を披露した。

それは『世界に一つだけの花』である。いろんな種があって、それぞれに美しいという風な主張であったと思うが、どこかカロッサの考え方も類似していて、私は思わずはっとしたのを記憶している。

私は高専こそそういった路線を踏襲すべきであると考えている。

競わすのではなく **only one** な個人がそれぞれに応じて花を咲かせることこそ重要なのである。

必ずしもナンバー**one** をめざすこと自体が教育においても必要ではなくなってきた現在の教育界。私は数学史の授業でプレゼンテーションを専攻科の学生達にやってもらいましたが、前述のように各学科の特色をだしてよくやってくれた学生達が、そのような考え方のなかで育ててくれることを、私は望むばかりである。