

校長講話をとおして数学観を育てる：
実践の歩みを振り返る

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-08-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 西川, 満 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/00029211

校長講話をとおして数学観を育てる

実践の歩みを振り返る

西川 満

はじめに

平成 24 年 4 月の最初の始業式に、全校生徒と教職員に対して「昨日の入学式で新しい仲間が加わり、今年度の本校全日制の生徒数は 1021 人になりました。1021 は 172 番目の素数で双子素数です」と静かに話し始めた。入学式が終わり新年度の在籍生徒数の一覧表を見ていてふと素数の偶然を発見した。生徒がきっとびっくりしてくれるに違いないと期待しながら講話に取り入れた。「定時制は 179 人で、41 番目の双子素数です。池田分校は 59 人で 17 番目の、やはり双子素数です」と話を続ける。「自然数が今年の武生高校を讃えているように感じます。何かすばらしいことが起こりそうな予感がします。そして、全校生徒数は 1259 人で、予想通り 205 番目の素数です。反対から読むと 9521 です。これも素数、回文素数になっています。全くすごいことですね」と楽しげに話をつないだ。このような数の偶然を見つけ語ることができて、ようやく目標への一里塚に達することができたような心地よい高揚感を感じていた。

教員としての人生の折り返し点に至った 20 年前に、1 年間学校を離れて福井大学の修士課程で、「数学とは何か」「なぜ高校生は数学を学ぶのか」という哲学的命題について研究考察し、「数学観を育てる授業を目指して」というテーマで実践研究をまとめた。その後、ここで到達した理念に基づき自信を持って授業実践を試みてきた。最後の 5 年間は校長として、黒板の前でなく体育館で、校長講話をとおして生徒の数学観を育てる試みを

実践する機会を得た。ここでは、そのことに焦点を当てて振り返り書き留めてみたい。

1. 数学とのつきあい

(1) 自分の苦手を克服した経験

その日の始業式では、自己紹介を兼ねながら、「今日は、自分のことを少し話します。私は小学校低学年の頃、かなり手のかかる児童だっただろうと自覚しています。先生にしかられてばかりいました。そのころのことで、とても嫌だったこと、苦手だったことが 3 つあります。1 つ目は音楽の時間でした。ある日、担任の先生に、あなたは後ろに立ってもっと小さな声で歌いなさいといわれ、すっかり元気をなくしてしまいました。2 つ目は、書写の時間で、鉛筆で大きな字を上手に書けないことでした。先生から汚い字ねえとつぶやかれて大変ショックを受け、ますます字が書けないようになってしまいました。3 つ目は、算数の時間です。先生が何を説明をし指示をしているのか全然分からず、他の子がすいすいやっているのを見て悔しくて泣いてばかりいたと思います。いまでも、かけ算の九九を覚えていない部分がいくつかあります」と自分を語り続けた。勝山市の人里離れた山間の小さな村に生まれ、今はもう廃校になった荒土小学校細野分校の男子 3 人女子 10 人というクラスで 3 年間過ごした。幼稚園を経験せずに分校に通うことになったため、他の子のように歌を歌えず、字が書けず、計算もできずという状況であ

ったようだ。窓の外の雲を見ながら空想の世界に浸る私の癖はその頃から始まった。後方で小さな声で歌うというトラウマからか人前で話すことが苦手になり、よく38年間も教師としてやってこれたものだと思っている。

「これではだめだとある時思い立ちまして、どうも自分には、よく言えば、なにくそへこたれないぞという性格、正しくあまのじゃく的な反骨精神がありまして」と話の本題に入った。「音楽では、まず中学校でブラスバンド部に入部しましてトロンボーンに挑戦しました。いくつかの大きな大会にも団体で出場しどきどきして演奏しました。高校では、文化祭に合唱グループを作って参加したり、無謀にも市民合唱団の練習に潜り込みましてハーモニーの心地よさ、すばらしさを習ったりしました。今も大きな声では歌いませんが、好きな音楽を聴いたり口ずさんだりしています。そして、書くことに関しては、あえて高校の選択授業で書道を取りまして、赤点におびえながらひたすら習字の練習に取り組みました。へたくそだっただと思います。さらに、大学では、なんとおそろしいことに書道部に入部しまして、先輩から徹底的に厳しく手ほどきを受け苦労して展覧会の作品を作ったりしました。大学3年生の頃、自分らしい字を書けばよいと悟りまして、それ以来余り気にならないようになり、教師になってからも堂々と黒板に字が書けるようになったと思います」と続けた。

3つ目については、「数学についても持ち前のチャレンジ精神で、教育学部の数学科に入学しまして、理学部数学科の学生に負けないよう専門書を読みあさり、自主的なセミナーで合宿したり夜遅くまで教授の部屋に入り浸ったりと、数学ばかりの生活をしました。いまでも数学の専門的な知識には全然自信がありませんが、数学の教師に採用され小学校や中学校で、高校でも、数学嫌いの子を作らないように、数学が楽しいという生徒が一人でも増えるようにと授業に取り組んできました。今も、何か面白いことを皆さんに伝えられないかといつも考え実践しています」と振り返った。中等教育の頃には数学は好きな教科になっていたが、得意だとは思っていなかった。覚えることが苦手で、二次方程式の解の公式や三角関数の加法定理、指数・対数関数の微分積分の公式などは、

すぐに忘れるという自信があった。高校の頃の数学の担任の先生が大きな心の持ち主だったおかげで、授業をほとんど聞こうとせずに、すぐに自分の世界に閉じこもり、別解ばかり考えて数学の時間を楽しく過ごしてきた。このことは高校生には語らずにおいた。

(2) 生徒から学ぶ

平成26年3月の、最後の終業式で生徒に次のように語りかけた。

私は、38年間教育という仕事に携わってきました。この3月で定年退職します。今日は、まず、初めて教員になった頃のエピソードを3つお話ししたいと思います。

私は、22歳で教員に採用されました。新聞の記事で、ある中学校に採用されたことを知りました。その中学校はどこにあるのだろうと福井県の地図を広げて探したことを覚えています。いきなり3年生の担任になり張り切って授業をしましたが、初めての間テストで隣のクラスの先生より平均点が10点近くも悪く、ひどくショックを受け落ち込みました。どうしたらよいのかと考え悩みました。そして、思い切ってクラスの生徒に状況を説明し、生徒からの授業評価を、感想や要望を書いてもらうことにしました。生徒はとても親切で親身になって新米の教師を教え、励ましてくれたと思います。教育は「教え、教えられる」ものだと知りました。

2年目は1年生の担任になりました。1年目の経験を生かして、計画的に懸命に学級づくり、授業づくりに励みました。そして、この調子で3年生まで持ち上がり卒業させるぞと意気込んでいました。3学期の終業式のあとお楽しみ会を開き、来年も頑張ろうねと話していたところ「ちょっと校長室へ来てください」と呼び出しを受け、「小学校へ転勤です」といわれました。本当にびっくりしました。お楽しみ会が涙のお別れ会になってしまいました。そのとき以来、来年もあるぞとは考えずに、クラスは1年ごとで「一日一日を、今日のこの授業を真剣に取り組む」いつ別れがあってもいいという気持ちで生徒に向かい合うようにしてきました。その後職場を8回変わり、この高校が9校目です。たくさん生徒と出会えてとて

も幸せだったと思っています。

3年目は小学校で5年生の担任になりました。専門の数学ではなく、国語、算数、社会、理科、体育を、そして道徳を教えることになりました。どれもこれも初めての内容ばかりで、いろいろな本を読んだり、先輩の先生方に教えてもらったりして四苦八苦しなから取り組みました。どちらかというと、体育主任として体育的行事や各種大会への練習に明け暮れていたと思います。ある日の授業で「人の言うことは聞きましょう、人のいやがることをしてはいけません」と述べました。すると、ある子が手をさっと手を挙げ「先生からタバコのおいがするのがいやです。タバコをやめてください」と発言しました。そのときになんと言いつくろったかは忘れましたが、その日から頑張ってきたばかりとタバコを吸うことをやめました。「生徒から学ぶ」ことの繰り返しだったと思います。

この教員としての出だしの3年間で、教師とはどうあるべきか、教師としてどうやっていったらよいのかを学んだと思います。そのことを大切にせずと実践してきたつもりです。38年間にいろいろな学校に行って、いろいろな生徒と出会い、いろいろな役目をもらいながら、一生懸命、一心不乱で、教育という仕事に取り組んできたなあとと思っています。

さて、昔話はこれくらいにして、最後に1冊の本を紹介したいと思います。私が今日皆さんにお願いしたいことをうまく述べている、すばらしい本を見つけました。ノートルダム清心学園理事長の渡辺和子さんが書いた「置かれた場所で咲きなさい¹⁾」という本です。本の中身は紹介しないので、ぜひ手に入れてゆっくりと繰り返し味わって読んでみてください。ここでは、本の帯に書かれている言葉を読んで紹介したいと思います。とてもやさしいおっしゃりかたです。「時間の使い方は、そのまま、いのちの使い方なのです。置かれたところで咲いていてください。…」いい言葉だと思います。私は、これからも、置かれた場所で、新しい場所で、自分なりの花を、努力して、咲かせたいと思っています。皆さんも、置かれた場所で、ぜひ、それぞれのすばらしい花を咲かせてください。楽しみにしています。

転勤するたびに、4月になるたびに、どの学校に行ってもどういふ生徒と出会ってもそこに教育はある、自分にできることが必ずあるはずと思って38年間教育活動に専念してきた。

(3) 不惑の惑い

今思い返すと20～30歳代は無我夢中で教育と取り組んでいたと自負している。池田中学校で2年、野向小学校で3年、道守通信制で3年、大野高校で8年勤める間に、担任を14回受け持ち、毎日休まずに生徒一人一人の日課表にコメントを記入し、週に一回は学級通信を発行してきた。

大野高校での2度目の学年でいわゆる特進クラスの担任になった。この時は、国公立大学にクラス全員を合格させるということを目指し、入学当初から進路指導を徹底的に行い、3年間毎日、学習の記録をチェックして、一人一人の様子を把握し励まし続けた。3年生では、数ⅠAまで、数ⅡBまで、数ⅢCまでと3階建ての3時間連続の課外を行った。明日の課外のために夜遅くまでかかって大学入試問題を解く。解いても解いても予習が追いつかないという状況であった。幸運にもクラスのほとんどの生徒が希望する国公立大学に合格することができたが、その後これでよかったのかと悩み始めた。やがて40歳の不惑を迎える頃、ちょっと考える時間をもちたくなり1年間学校を離れた。その頃を思い起こして「武高評論第45号²⁾」の校長巻頭言に次のように記している。少し長いがここに引用して振り返りとしたい。

アラサーやアラフォーという言葉が流行ったときに何のことだろうと思った覚えがあります。今では耳に慣れ親しみ、アラフォー世代の不安などと聞くと、なるほどそういうことは確かにあると妙に納得できる言葉です。

教職に就いた者だれもが、30歳、40歳、あるいは50歳の節目には、息も継がずに目の前の生徒や授業と真剣に対峙してきた手をふと休め顔を上げて、これまでやってきたことを振り返り、これからのことに思いを馳せながら「教育の目的はなんだったか、教師はどうあるべきか」と考えることでしよう。

私は、やがて40歳というときに岐路にさしかかりました。「数学とは何か、高校生は何故数学を

学ぶのか」という疑問にぶち当たり、思い切って教育委員会に大学院への内地留学を願い出ました。研究テーマを「数学教育の国際比較」としました。このテーマなら、うまくすれば外国の高校へも研修に行けるかもしれないとの戦略でした。運良く大学院での研修は認められたのですが、外国の高校へのルートはなく自分で開拓せねばなりませんでした。ともあれ願えば通ずで、アメリカの高校と教育委員会、そしてラトガース大学を訪れ、お話を聞き、授業を見せてもらい、アンケート調査を行うことができました。地元のテレビ局の取材で名前をスペルでと言われてしどろもどろになりましたが、英語が話せるだろうかとか、コミュニケーションがうまくとれるだろうかとは心配ませんでした。へんな度胸はあったようです。学校を離れての1年間の研修が終わる頃には、迷いも吹っ切れて、「よし頑張るぞ」というエネルギーが120%充填されていました。

論語に「子曰く われ十有五にして学に志す 三十にして立つ 四十にして惑わず 五十にして天命を知る」とあります。アラフォーで惑うことはどうも二千数百年前からの約束事のように。而立、不惑、知命の節目には、ふと立ち止まって哲学者になり、旅に出て考え、教育論文にまとめ、研究紀要に発表したいものです。

(4) 数学観を育てる授業

私は、平成4年4月1日から平成6年3月23日まで、福井大学大学院教科教育専攻数学教育専修、いわゆる修士課程で研修に取り組み、研究成果「高等学校における数学教育の在り方についての一考察～数学観を育てる授業をめざして～³⁾」をまとめた。教育委員会に提出した当時の報告書から研修内容および成果等の概要を以下に抜粋する。

卒業した生徒から、「まだ数学教えているの。私もうすっかり忘れてしもたわ。ところでいったい何で高校で数学って勉強するん。国語や英語、社会なら今役に立っていると思うけど、数学なんかなあもいらんと思うわ」とよく問いかけられる。また、近ごろ高校生の数学嫌いや数学離れの傾向が顕著にみられるようになってきた。そこで私はこの機会に、新たな気持ちで再度「これからの数学教育の在り方」について研究考察に挑戦してみ

た。そして「数学を学習することの意味を考えさせる授業が、数学を学習する積極的な姿勢を育てる」のではないかと考えるに至り、実践研究を試みたところ一定の成果を収めることが出来た。修士論文の主たる部分は、『高校数学の方向を求めて～日米の高校生の数学に対する意識の考察から～』と題し、福井大学教育実践研究(1993 第18号)に発表されている。また、実践例のひとつは、福井大学教育学部紀要IV(教育科学,47,1994)に掲載された論文『数学の特性と数学教育の課題』の中に発表されている。

修士論文の主題は、高校におけるこれからの数学教育の方向として、「数学とは何か、高校生はなぜ数学を学ぶのかを考えさせる」、つまり、「数学観を育てる」ことが有効であると考えられることを述べることにある。次のような手順で書き進めた。まず、私自身が「数学とは何か⁴⁾」を考察していく内に、また、日本とアメリカの高校生の数学に対する意識調査を行う中で、「数学観を育てる」ことの必要性を考えるに至った経緯を述べた。次に、仮説『数学に対する意識や態度が好ましい方向へ変わるには、「数学とは何か、なぜ数学を学ぶのか」ということに対する前向きな数学観が必要である』の下で、教材と指導法の工夫を試み、その前後で生徒の数学に対する意識がどのように変わったかを比較考察した結果について詳しく述べた。最後に、数学観を育てるための指導理念はどうあるべきか、また教材の開発や数学化の方法はどうあるべきかについていくつかの実践例に基づき詳しく考察した。修士論文は膨大なものであり、ここにその内容について詳しく記述することは出来ない。以下に目次の一部を紹介し、まとめと今後の課題について簡単に述べておく。

【修士論文目次】

序章 数学教育の現状と本論文の意図

第1章 数学とは何か

第1節 数学の定義

第2節 数学学習の効用

第2章 高校生の数学に対する意識調査から

第1節 数学に対する意識

第2節 日米の高校生の数学に対する意識の比較

第3章 高校における数学の指導法はどうある

べきか

第1節 先行研究

第2節 数学教育の指導理念

第3節 数学観を育てる

第4章 数学観を育てるための教材と指導事例

第1節 数学観を育てる教材

第2節 数学観を育てる指導事例

第3節 生徒の意識はどう変化したか

終章 まとめと今後の課題

調査結果によるとアメリカの高校生は、数学の学習は有用なものであり、数学が得意であると考えている者が多いのに対し、日本の高校生は、受験のために数学を学習しているとする傾向がみられた。前述の仮説の下で私が指導した大野高校の1年C組の生徒は、「数学とは何か」を考えながらの数学の学習を通じて、例えば、「数学とは、かけがえのない奥深いもの」「いろいろな考え方を身につけるため、物事をいろいろな方向から見られるようになるため」「もし入試がなかったら、私は自分で考えて発見して、それを楽しむために数学を学ぶと思う」というように数学の学習をとらえるようになった。そして数学に対する意識が変わると共に、積極的に学習に取り組むようになり目に見えて成績も向上してきた。

この2年間、教室で生徒に向かったときに役に立つ研究をと心がけ、これからの数学教育の方向とたくさんの教材のヒントを集めることが出来た。これからもこの方向でさらに研究を深めていきたいと考えている。しかし課題も多い。なんとといっても、時間に追われている毎日の授業で、いかにじっくりと生徒の「数学観を育てる」指導を続けていけるかが問題であると思われる。従来の例題を板書して「ここが大切です。覚えておきなさい」というタイプの授業を減らし、少しずつでも、数学への興味関心を育てる授業を増やせたらとの気持ちで研究に取り組んでいきたい。

「絶えず学んでいる者から学ぶ者は、流れる小川から水を飲む。学ぶことをやめた者から学ぶ者はよどんだ池から水を飲む」ということを忘れずにこれからも学んでいきたいものである。

(5) 新学習指導要領（平成24年～）

研修で得た結論は、数学の難しい入試問題を解

くことばかりを扱って、数学嫌が多いと嘆くのではなく、数学の楽しさ、おもしろさ、有用性をもっと積極的に生徒に示し、考えさせることで、「生徒一人一人に、良い数学観を育てる」ことが大切ではないか、ということである。この結論を得て悩みが吹っ切れ、気力を十二分に回復して現場に戻り、いっそう楽しく数学の授業に取り組んできたわけである。

その後、大野高校、勝山高校で、学年主任として6年間、進路指導部長として4年間とチャレンジ精神の40歳代を過ごした。50歳代になると、県教育委員会の高校教育課指導主事として3年間、高志高校教頭として2年間、大野高校、武生高校の校長として5年間、リーダーシップを発揮すべく不眠不休で教育に取り組んできた。

修士論文から十数年後、平成22年8月の日数教新潟大会の高等学校部会で、文部科学省教科調査官の長尾篤志氏が次のように話すのを聴きたいへん心強く感じた。

新学習指導要領における数学教育の目的として次の3つがある。

- ①実用的目的：よりよく生きるための知恵の育成
- ②陶冶的目的：知的好奇心、健全な批判力、創造力、やればできるの思い、自立性の育成
- ③文化的目的：数学的な試行を楽しむ

そして、論語から「子曰く これを知るものはこれを好むものに如かず これを好むものはこれを楽しむものに如かず」を引用して、数学的活動の充実を図るために、数学のおもしろさや楽しさを感じ取らせる授業を実践工夫してほしいと述べていた。

講演を聴きながら、授業改善を試みるためには、かつて自分が高校時代に習った授業の何が今役に立っているのかをよく考えればよいのではないかと思いついた。そしてこのことを機会をとらえて先生方に次のように語り掛けてきた。

大切だったことは、ひたすら暗記して、試験でよい点数を取り続けようとしたことなのか、ああでもない、こうでもないといとことん考え、周りの人と議論し、自分で納得のいく結論を出してきたことなのか考えてほしい。そして、時間をかけて

我慢させて生徒に教え込み、その先にとってもおもしろいことがありそうに思わせて引っ張り続ける授業をやめて、数学のおもしろさを示すためによく準備して仕組んだ数学的活動を中心に据えた授業を作り、生徒がますます数学を学びたくなるようにしたいものである。生徒がおもしろいと思わない授業は失敗である。数学的活動とは、生徒自身が、数学とは何か、何故数学を学ぶのかを考え、数学の良さを知り、学習意欲を高める活動であると考えている。

高校生が「何故数学を学ぶのか」という理由が3つある。①世の中をよりよく生きていくために必要な日常で使う数学の力を育てる。②知的好奇心や健全な批判力、創造性を育て、豊かな教養を身に付けた自立した大きな人間を育てる。③見るだけ聞くだけでも楽しい、自分でやればもっと楽しい数学という人類の文化を楽しむ気持ちを育てる。このことをねらいに指導法の工夫を行い、生徒も教師も大いに楽しんで授業に臨みたいものである。生徒全員を理学部数学科に送り出すために12年間も算数・数学教育をしているわけではない。卒業に必要なだから、進学に役に立つからとひっぱり、がんがん指導に取り組むのではなく、数学をおもしろがらせ、楽しませ、好きと言わせた、せめて「嫌いではなかった」といわせたいと思う。

2. 数学的経験を深める講話

(1) 校長講話の基本方針

マイケルジョーダンの言葉

プロでミスしたシュート 9000 本
 負けたゲーム約 300
 ウィニングショットを外したこと 26 回
 今までミスをしてきた
 何度も、何度も、何度も
 だから、おれは する。

初めて校長として大野高校へ赴任するときに、高志高校の松田通彦元校長から「良ければこの式辞を参考に」と貴重なデータを頂き大変有り難かったことを覚えている。また、藤島高校の長谷川義治元校長が、上記のような問いをプロジェクト

一に映し出し校長講話を行ったということを知り、そういう切り口があるのか、いつか自分もうまく活用してみたいものだと思っていた。教室で、黒板の前で、授業を通して「生徒の数学観を育てる」というテーマに挑んできたが、今度は校長講話とおしてやってみようと思った。もともと私は、「教師はこうあるべき」「こうすると生徒は育つ」等々と職員会議で上から目線で話すことは得意でなかった。「やってみせ、言って聞かせて、させてみせ、ほめてやらねば、人は動かじ」というほどではないが、自分の実践で生徒が変わる、保護者が納得する、結果に表れることを示したいと思っていた。布石を打つ、伏線を張る、根回しをして何年も待つことが好きで苦にならないのが自分の性格である。学年主任や進路指導主事、あるいは管理職として、若い人を集め、アイデアを伝え、プロジェクトチームを作り、成果が表れるのを待ち、少しずつ学校を変えていくことに醍醐味を感じてきた。

武生高校では、校長講話の基本方針として次のことに心掛けてきた。

- ①本校全日制、定時制、分校の様々な生徒になるべく同じ話をしたい。
- ②具体的でわかりやすい話をやさしい言葉でゆっくりと語りかけたい。
- ③生徒への講話を通して自分の教育観を傍らで聞いている教員に伝え励ましたい。
- ④数学の話題や問題を取り入れ生徒に学問は面白く学ぶに値するものであると伝え生徒の数学観を育てたい。

県立学校の校長は大変多忙であり責任の重い、気配りの必要な仕事を毎日こなしている。私の場合、本校・定時制・池田分校の教頭3人と事務長との日々のヒアリング、事務長との毎月の会計チェック、全教員と評価システム試行のための目標面談が年3回等々をこなしてきた。例えばある月は東京へ週に2回往復するなど土日を含めて25回の出張があり、いつもスケジュール帳が真っ黒になっていた。今度は何を話そう、どんな数学の話題を加えようかと考えるのは、家庭から学校まで往復100キロ近くの遠距離通勤の車の中であった。考えることに没頭し、降りるインターを見過ごし

て通り過ぎたことがあった。校長講話をすませた後、生徒が校長室へやってきたり、廊下や教室の窓から、あるいは手紙で感想を伝えてくれたりして「また聞かせてください」といわれることが励みになって続けることが出来たと思っている。

(2) 講話に数の話題を取り入れる

京都大学の山中伸弥 i P S 細胞研究所長が 2012 年にノーベル生理学・医学賞を受賞した折には、「本⁵⁾や新聞に紹介されていましたが、気に入った話があります。山中教授とともに研究に取り組んでいた人に高橋和利講師がいます。医学部でなく工学部出身の方です。この方が、実にいい仕事をしたと思います」と語り始めた。

山中教授が、i P S 細胞を作るために必要な遺伝子は、5 年かけて、2 万数千個から、どうもこの 24 個の中にあるということ突き止めたのですが、そのあとがたいへんです。これかな、これかなと 1 つずつ試してもうまくいかない。どうも、いくつかを同時に使う必要があると分かります。数学的に考えると、24 個のどれを入れてどれを入れられないかという組合せは 2 の 24 乗通りあるわけで、計算してみると、2 の 10 乗でだいたい 1000 ですから、2 の 20 乗で 100 万通り、あと $2 \times 2 \times 2 \times 2$ 倍で 1600 万通りでしょうか。いい加減な計算です。これをまともに実験しては、時間がかかり過ぎて、とても発見競争に勝てません。そこで、高橋さんの登場です。高橋さんは、まず、24 個全部を入れてみた。すると確かに i P S 細胞ができる。さて、次はどうしたと思いますか。

次は、1 つだけを除いて 23 個を使う。そしてこれを 24 回繰り返すわけです。すると、入れなかったときに、i P S 細胞ができなかった遺伝子が簡単に見つけられるわけです。そして、いとも簡単に、世紀の大発見、「山中 4 因子」の発見につながったわけです。高橋さんの考え方はすばらしいと思います。頭の柔らかさ、発想の転換のすばらしさ、きっと、数学が大好きな人ではないかと思っています。(平成 24 年 12 月 21 日)

講話の後、さっそく、図書館のお薦めコーナーに山中教授の i P S 細胞を扱った本がたくさん集められていた。

(3) 学ぼうとする力

月頭朝礼で壇上に立ち、「数学の問題を 1 題、そして、学力とは何かについて、私の考えを少し話してみたいと思います」と語り始める。

さて、今日から 6 月ですね。6 は素数ではありません。約数が、1, 2, 3, 6 と 4 つあります。約数が 2 つある数を素数と数学では決めています。ところで、6 の約数のうち 6 以外をすべて足すと、 $1 + 2 + 3 = 6$ とうまくなっていますね。こんな数字のことを完全数と言います。知っていた人はいますか。昔、ピタゴラス学派の人たちは、最初の完全数が 6 なのは、「神が、6 日間で世界を創造した」と関連があると考えていたそうです。完全数は、現在までに 46 個発見されているそうです。

そのあと、6 月の問題として、「6 の次の完全数は、いくつでしょうか？」と生徒に尋ねる。今日のねらいはさらにその先の話にある。

答を見ないで、自分で、自分の手で、足して、探してみてください。きっと見つかります。数学で大切なのは、考えてから見ることです。次は、見てから考えること。全くだめなのは、見て、考えないことです。

なぜ、人は勉強するのか、学力とは何かということについて、私を含めた学校の教員は、毎日、毎日、自問自答しています。私は、次のような考え方が最近の良い考え方だと思っています。新任校長研修でレクチャーを受けたときに聞いた言葉です。(柴田義松氏 東京大学名誉教授)

- ①学んだ力・・・基礎的、基本的知識・技能は学習到達度として測れる。
- ②学ぶ力・・・思考力・判断力・表現力（直観、論理的思考、コミュニケーション、考える力）、独立に測ることは困難、問題解決能力として①と測る。
- ③学ぼうとする力・・・学ぶ意欲、関心、態度、やる気、好奇心、向学心

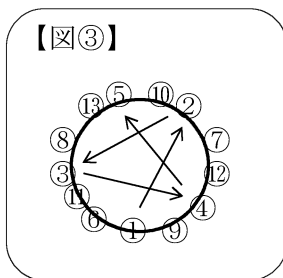
わかりにくいですね。先ほどの、完全数の例で説明すると、①学んだ力は、6 が完全数であることを知ることでしょうか。素数の定義を知り、 $1 + 2 + 3 = 6$ であることも学びました。

「おもしろいから、一生懸命努力する」と題し挑戦してみた。

「うーん、奇跡だとはいいたくないですね。やっぱり努力でしょうね、努力です。とてもおもしろかったので、みんな一生懸命努力したんです」平成 22 年 6 月 13 日に、世界で初めて 60 億 km を 7 年間かけて旅し、小惑星イトカワから物質を持ち帰ったはやぶさの快挙についての、回収の指揮を取った方の言葉⁶⁾です。

皆さんは、数学 A で二項係数について学習したときに、パスカルの三角形(図①)でいろいろと遊んだと思います。このパスカルの三角形で、図②のように、やや右上がりの直線を引きその線上の数を合計すると、1、1、2、3、5、8、13、21、・・・という数列が現れてきます。例えば点線の部分の和は 21 です⁷⁾。フィボナッチ数列と呼ばれているものです。3 + 5 = 8 のように、次々と、前ふたつの数の和が次の数になっています。

学校の松の木の下で拾った松ぼっくりの渦巻き
の数を数えてみると、5 と 8 と 13 の数を見つける
ことができます。フィボナッチ数列です。松はど
のようにしてフィボナッチ数列で松ぼっくりを創
るのでしょうか。とても不思議です。そこで、自
分が松になったつもりで私流の松ぼっくりを作っ
てみました。

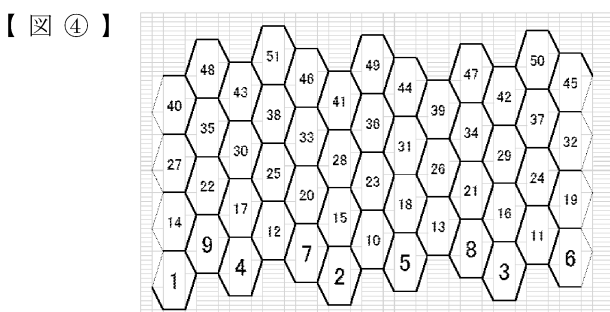


【図③】

〈作り方の規則〉

- (1) 図③のように、1 周を 13 等分し 5 番目ごとに松ぼっくりの鱗を 1 つずつ作り始める。
- (2) 各々の鱗は先に作り始めた鱗より少しずつ遅れて上方に作る。

この規則に従って、エクセルで作ってみた松ぼっくりの展開図が図④です。

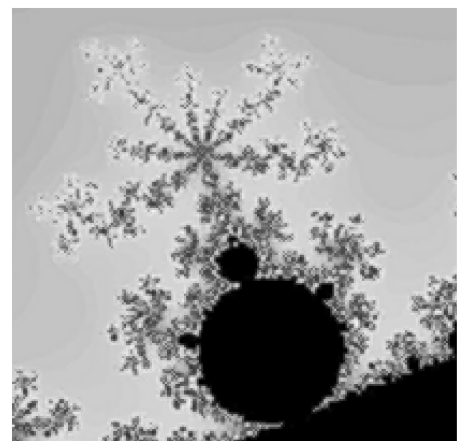


【図④】

ぜひ切り取って、両端の点線の部分と点線の部分をノリで貼り合わせてみてほしいものです。果たして、おなじみの松ぼっくりに見えるでしょうか。5 と 8 と 13 の渦巻きを見つけられますか。貼り合わせたものを大学生に見せてみたところ、「パイナップルみたいだ」といわれたので、今度、実物のパイナップルで調べてみたいと考えています。

「フラクタルの父」と呼ばれているアメリカの数学者ブノワ・マンデルブロ氏が、平成 22 年 10 月 14 日に亡くなりました。個人用のパソコンが販売され始めた頃に、一生懸命プログラムを打ち込んで、複素平面上のマンデルブロ集合を何時間もかけて描画し、いつまでも飽きずに眺めていたことを思い出します。最近のコンピュータは瞬時に描いてくれます。インターネットで「マンデルブロ集合計算・描画プログラム」と検索すると、フリーソフトをダウンロードすることができます。

次の画は、マンデルブロ集合の主カーゴイド上のバルブ(球根)です。てっぺんの主アンテナのスポークの数を数えてみてください。フィボナッチ数列の 8 が現れます。果たして、マンデルブロ集合にフィボナッチ数列はどのように現れるでしょうか。おもしろそうと思う人は、マンデルブロ集合をぜひ頑張って描画し、あちこち見て歩きながら考えてみてください。はやぶさが旅した宇宙空間と同じように、不思議で、神秘的に満ちた数学の世界が探検できます。



(5) 面白い数学の話題を広げる

平成 24 年度の第 3 回福井県高等学校教育研究会 数学会部の理事会、総会・研究大会での部会長あいさつの中で次のような問題を紹介した。

さて、こんな問題、おもしろい問題を聞いたことがありますか。

平地に3本のテレビ塔がある。ひとりの男がこの平地の異なる3地点A、B、Cに立って、その先端を眺めたところ、どの地点でもそのうちの2本の先端が重なって見えた。このときA、B、Cは一直線上になければならない。この理由を述べよ。

広島県の国泰寺高校の公開授業で扱っていた問題である。まず、問題の状況をひとりでじっくりと考え、その後、4人グループで話し合っただけで考えを深めあい、代表が全員の前で発表するという流れで構成されていた。大変面白い課題で、福井県の多くの教室でも良い教材として使えたと感じた。帰って調べてみると、1966年の京都大学入試問題で、ネット上にもいくつか紹介されていた。3行ほどで理由を述べることができるのではないかと考えて授業を観ていたが、生徒たちはいろいろな考え方、解法を活発に発表していた。

ぜひ、皆さんも、機会があったら教室で扱ってみたいと思います。ぜひ紹介させていただきます。おもしろい授業ができましたら、教育研究所の数学部会のサイトで報告していただきたいと思っております。（平成24年11月27日）

熱心な先生方がいろいろな教材を考えたり面白い授業を試みたりと数学部会のサイトはにぎわっていたようだ。こんな具合に、PTAや同窓会の広報誌、数学部会誌、そして県養護教諭研究協議会の研究誌「なかま」にも面白い数学の話題を発信してきた。

3. 数学観を育てる話題として

校長講話で数学観を育てる取組みの中で、開発してきた話題や問題のいくつかを以下に簡潔にまとめておきたい。

(1) 数についての話題

① 今日は8月29日、数字を一行に並べて829です。すみませんが、誰か黒板に829と書いてくだ

さい。さて書けましたか。この829は素数です。今日は全く素晴らしい日ですね。今度は黒板の829の隣に828と827を書いてください。実は、829からひとつおいて隣の827も素数です。愉快ですね。双子素数になっています。すみません、もう一度827の隣に826、825、824、823、822、821と書いてください。だんだん大変な仕事になってきましたが、よろしくお願ひします。さらに調べると、なんと、4つ離れた823も素数です。楽しいですね。この状況を三つ子素数と呼びます。これで終わりません。いやいや、驚いたことに、更に2つ隣の821も素数なのです。今日は、本当になんかいいことありそうですね。すばらしい一日となりそうです。素数が一致団結しています。このような素数の一致団結が、いくつ存在するかは、世界中の数学者のだれ一人もまだわかっていません。誰か考えてみませんか。（平成21年8月29日）

この日の始業式は、新型インフルエンザが流行していて、生徒を体育館に集めずに放送を使って始業式をしようということになった。放送室で生徒の顔を見ずに想像しながら語りかけるという初めての貴重な体験をした。黒板にうまく数字を並べて書いてくれたらどうか。

② 今日は7月20日ですが、720と3桁の数にできます。720はなかなか面白い数です。6の階乗で表せる数です。 $6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 720$ 。約数を30個も持っている高度合成数（highly composite number）です。

では問題、7月20日のように、ある数の階乗で表せる日付けは、いくつぐらいあるのでしょうか？ 考えてみてください。（平成24年7月20日）

この話題には教員からいくつかの回答が寄せられた。

③ 今日、2013年1月8日は、とてもすばらしい数字が現出している日です。2013年は、21世紀の13番目の年ですから、21と13の二つの数字が取り出せます。そして、1月8日から、1と8です。21と13と1と8です。気付いた人、挙手・・・、よく気づきましたね。そうです、 $8 + 13 = 21$ となっています。8、13、21の数列の真ん中の13を2

乗すると 169 になります。また、始めと終わりの 8 と 21 をかけると 8×21 で 168 となります。そして、169 から 168 を引くと 1 になります。つまり、 $13^2 - 8 \times 21 = 1$ となっています。これで、4 つの数字が結びつきました。すごいことになっているでしょう。こういう数の列のことをフィボナッチ数列といいます。他のフィボナッチ数列でもぜひ試してみてください。(平成 25 年 1 月 8 日)

素早い挙手からフィボナッチ数列については多くの生徒が関心を持っていることを知った。このときは、本校の生徒とともに池田分校の生徒からも反響があった。

(2) やさしく楽しい問題

① ある自然数 X があります。不思議な数です。どう不思議かというのと、

- ・ 1 を足すと 2 で割り切れる数です。
- ・ 2 を足すと 3 で割り切れます。
- ・ 3 を足すと 4 で、4 を足すと 5 で、5 を足すと 6 で割り切れます。こんな数の内、一番小さい数は何でしょう？(平成 26 年 3 月 24 日)

「この問題わかりますか」と前日に傍にいた人に聞いてみたところ、直ぐに「1 でしょう」と答えが返ってきたことを思い出し、当日壇上では「2 桁の数」と難易度を高めて話したが、終わってすぐにやってきた生徒が「1 ですよね」と嬉しそうに答えてくれた。やはり 1 の方が不思議な数にふさわしいと悟った。

② 干支とは、十干十二支のことで、甲子、乙丑、丙寅、丁卯、…、など全部で 60 通りあります。

十干は、

甲(きのえ)・乙(きのと)…木の兄・木の弟
 丙(ひのえ)・丁(ひのと)…火の兄・火の弟
 戊(つちのえ)・己(つちのと)…土の兄・土の弟
 庚(かのえ)・辛(かのと)…金の兄・金の弟
 壬(みずのえ)・癸(みずのと)…水の兄・水の弟

の 10 種類です。

十二支は、子・丑・寅・卯・辰・巳・午・未・申・酉・戌・亥の 12 種類です。10 種類の十干と 12 種類の十二支の両方を順に組み合わせて 60 種類の干支ができるわけです。

さて、10 種類と 12 種類のものから 120 種類でなく、どうして 60 種類しかできないのでしょうか？(平成 25 年 4 月 8 日 癸巳)

伝説の灘高講師橋本武さんの「銀の匙の授業⁸⁾」を読んで扱ってみたいとなった話題である。120 歳を迎えることを大還暦ということはこの時に初めて学んだ。

③ ある研修会に参加したときの出来事です。私は 2 番目に早く会場に着きました。入り口で会費を集めています。6000 円です。係の人が、「おつりが用意してありませんのでご協力をお願いします」といっています。最初の方は、5000 円札と 1000 円札で支払いました。次は私の番です。財布の中を見ると、1 万円札が 1 枚と千円札が 4 枚入っています。

さて、私は、支払いをあきらめて列の後ろに並び直すべきでしょうか、それともうまく支払えるのでしょうか。(平成 25 年 7 月 19 日)

これは実際の経験に基づく問題である。後で聞くとところによると、特にスーパーで買い物をする女性にとって日常茶飯事のやりくりということである。1 万円札が 1 枚と千円札が 4 枚とした理由について考えてくれた生徒はいただろうか。

④ 秋は、リンゴやなしのうまい季節です。探すと 1 個 100 円ぐらいでもとってもおいしいリンゴやなしに出会います。

さて、「なし 2 個を買おうと、1 個おまけします」という店と、「どれでも、40 % 値引きします」という店があります。どちらで買う方が得だと思いますか。(平成 24 年 8 月 30 日)

この話をするときには、必ず当日までに実物のなしを買ってきておいて、壇上に並べて値引きセール雰囲気を出して話をするようにしてきた。

⑤ ケーキを 3 人で仲良く分ける問題です。縦が 6 cm、横が 9 cm のケーキがあります。これだけなら、縦に(横に)、あるいは水平に 3 等分して終わりですが、このケーキは、周りに 1 cm 間隔にひとつずつチョコレートの飾りが、縦に 6 個、横に

9個、全部で30個付いています。このケーキをナイフで切って3人に公平に分けるにはどう切ればよいでしょうか？

3回で切れます。今年のふくい理数グランプリの数学の問題です。簡単ですからぜひ考えてみてください。見事解けた人は、来年ぜひ理数グランプリにチャレンジしてみしてほしいものです。（平成23年12月22日）

この問題には、何人かの生徒、教員からアイデアが寄せられた。解いてみよう、でもなかなか簡単ではないぞというよく考えられた問題である。

⑥ オセロを使った問題です。ここに64個とも黒ばかりのを用意しました。見えない人はイメージしてください。

まず、1の倍数のところをひっくり返します。もちろん全て白になります。次に、2の倍数のところ、2、4、6、…、をひっくり返します。以下、3の倍数、4の倍数、と繰り返していくと、64枚の内、何枚が白く残るのでしょうか。それはどうしてでしょうか。ぜひやってみてください。そして考えてください。（平成26年1月8日）

問題の構想が何とかぎりぎり出来上がった後に、実物を使いたいとおもちゃ屋さんを回ったが、残念ながら体育館の後ろからも見えるような大きなオセロは探し当てられなかった。この時もいろいろな解答が寄せられ校長室が大いににぎわった。英語科の若手教員がエクセルで図示して持ってきた解答には驚かされた。

⑦ ある会社の初任給は1年間に100万円で、給料の上がり方は2通りあり、どちらかを選べます。どちらを選んだほうが得ですか。

<プランA> 半年ごとに、50万、55万、60万というように、5万円ずつ給料が増える。

<プランB> 1年ごとに、100万、115万、130万と、15万円ずつ給料が増える。（平成25年8月29日）

学校の図書館には、思いのほか数学に関する書籍⁹⁾が置いてあることが分かった。武生高校の校長室には秋山仁さんが講演に来られた際の色紙も

飾られていた。さぞ面白い講演であったろうと想像に難くない。この問題も直感には当てにならないという面白さがある。

⑧ Aさんと、Bさんの二人がひとつのコインを投げて、先に表が2回出た方が勝ちというゲームをします。Aさんから始め、表が出たら続けて投げます。裏が出たらBさんに渡します。Bさんも、表が出たら続けて投げます。裏が出たらAさんに返します。これを続けます。

では、問題。コインを5回投げるまでに、Aさんが勝つ場合の数は何通りあるのでしょうか。（東京大学、平成25年3月22日）

本校の、定時制の、池田分校の生徒に同じ問題を語ったが、どの会場でもなんか解けそうと身を乗り出し眼を見開く雰囲気を感じた。

⑨ 以前に、フィンランドの数学者 Arto Inkala 氏が作成した「世界でもっとも難しい数独」を紹介しましたが、私はどうしても解けませんでした。そのことで、最近はずっかりファンになり、福井新聞の休日版のパズルを毎週必ずチャレンジしています。今回、皆さんに紹介しようと自作してみました。制作意図は次の二点です。

- ・空白のブロックを3つ作れるか。
- ・空欄をフラクタルに置けるか。

2	6		7	1				
1		7	8		2			
	9	8		3	6			
4	2					5	9	
8		6				7		3
	5	9					1	8
			2	8		9	6	
			3		4	1		7
				5	7		8	2

面白くできましたのでぜひ挑戦してみてください。（平成22年3月大野高校定時制生徒会誌「蛍雪」）

平成 24 年 3 月の終業式では、その年の慶應義塾大学薬学部の入試で 4 行 4 列の正方形を使ったナンバープレース(数独)の問題が出題されたので、さっそく大野高校の定時制の生徒への講話に取り入れたところ、生徒の反応がよく楽しいひと時を過ごすことができた。

⑩ 武高の学校祭が、たった 3 色に分かれて競い合うということを知ってちょっと驚きました。そして、こんな話を思いつきました。コンドルセのパラドックスという話題です。

黒、青、赤の 3 チームのどこが一番よかったかを投票で決めます。3 人の審判員が、A の審判は黒>青>赤と投票、B の審判は青>赤>黒、C は赤>黒>青と投票したとするとどのチームが優勝するでしょう。そうです、実力伯仲、三すくみで決まりません。再投票ということになるかもしれません。

さて、ある審判員が大きな声で、「赤はのぞいて、黒と青でまず投票しましょう、その勝者と赤で決選投票すれば、簡単に決まります」と提案しました。

どんな結果になるかやってみてください。おもしろい意外な結果になります。このことを知っておいて一度ぜひ使ってみたい、あるいはだまされないようにしたいものです。(平成 24 年 8 月 29 日)

学校祭での審判を生徒会から依頼され思いついた話題である。体育館に大きな模造紙を持ち込んで図示しながら語りかけたが、いま一つの反応であった。やはりこのような話題は大勢に話すには難しいと改めて理解した。

(3) だれもが夢中になって考えようとする問題

① Make 10

ルールは大変簡単です。4 つの数字を並べ替えたり、足したり引いたりかけたり割ったりして 10 を作るというものです。私の車のナンバーは「3143」なのですが、例えば $3 \times 4 - 3 + 1 = 10$ とできます。全部で 25 通りの方法があるようです。

それでは次の場合は 10 を作れるでしょうか。

- ・ 2、2、2、2 はどうでしょうか。
- ・ 9、9、9、9 で 10 を作れますか。

・ 1、1、9、9 ではどうですか。

・ 1、1、5、8 ならどうですか。(平成 24 年 4 月 9 日)

Make 10 を発展させてすべての数字の組み合わせについて挑戦し「Make 10⁺」として教材化¹⁰⁾したことがある。四則演算と()でどのような 4 つの数字の組み合わせでも 10 が作れるわけではないが、小学生から大学生・社会人まで誰もが楽しめる、面白く少し難しい問題である。

② オーバーハング¹¹⁾

ここに、ティッシュの箱を 5 つもってきました。この箱を積み上げて一番上の箱をひとつ分以上外に出せますか。

さらに積み上げて、ちょうどふたつ分外側に出してみましよう。トランプのカードなどで実験してみてください。(平成 22 年 12 月 22 日)

平成 22 年 9 月の定時制通信制連合文化祭の開会あいさつで、何か面白くて実演できるものかと考えたものである。実際に壇上でティッシュの箱が積み上げられていく様子を息をのんで見守り、うまくできた時には大きな拍手が沸き上がったのを覚えている。数学部会のサイトでも証明を含めて紹介したところ、何人かの教員から別解がアップされた。

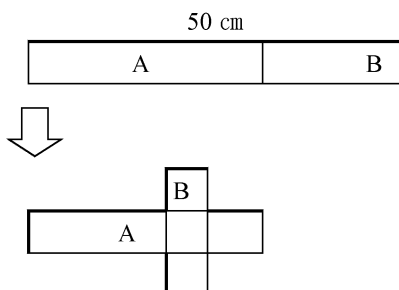
③ メビウスバンド

・テープの両端をそれぞれノリで貼り 2 つの丸い輪を作ります。この中心線をはさみで切ると何ができるでしょうか。

・左巻きと右巻きのメビウスの輪を作って同じようにノリで貼り、中心線を切るとどうなるでしょう？(平成 24 年 12 月 21 日)

前半は小学校の算数の教科書で扱われている話題である。後半は試行錯誤して、いくつもの試作品を作って気づいた問題である。後でインターネットにも同様の話題が書かれていることを知った。この問題を扱うときには、参加者の人数分だけ紙、ノリ、はさみなどの材料を用意していき、実際にやってみてくださいと分けることにしている。そしてどんな顔をするか楽しみに見ている。

④ 長さが 50 cm の紙が 1 枚あります。幅が分からないので周囲の長さは分かりません。この紙を、図のように適当に A と B の 2 つに切って貼り合わせます。この図形の周囲の長さはいくらになるでしょうか。（平成 25 年 12 月 20 日）



この問題は、生徒からも教員からもたくさんの反響があり大いに手ごたえを感じた。気を良くして、中学生への進路説明会などあちこちで活用してきた。

4. 生徒へのアンケート結果から

平成 26 年 5 月に武生高校の数学科の協力を得て、本校の 3 年生全クラスに校長講話で数学の話題や問題を扱ったことについて簡単なアンケート調査を実施した。

アンケート項目は次の 5 項目である。

○ 5 段階のどのあたりか、丸を付けてください。

- 5 はい
- 4 どちらかという
- 3 ふつう
- 2 あまり
- 1 いいえ

- ① あなたは、数学が好きですか。
 - ② あなたは、数学が得意ですか。
 - ③ 始業式や終業式などでの、数学の話題や問題は興味深かったですか。
 - ④ 話題や問題の内容は、理解できるようなやさしいものでしたか。
 - ⑤ 話題や問題を聞いて、自分で考えたり調べたりしましたか。
- どのような話題や問題が印象に残っていますか、あれば自由にお書きください。

アンケート結果を表 A ～ D にまとめてみた。2 年間私の校長講話に付き合ってくれた 3 年生全員の結果を表 A である。数学が好きと答えた生徒が 171 人 (51.5 %)、数学が得意と答えた生徒は 92 人 (27.8 %) である。講話での数学の話題に興味深かったとの肯定的な回答は 169 人 (51.1 %)、否定的な回答は 40 人 (12.4%) であった。

【A】 3 年生全員

	① 好き	② 得意	③ 興味	④ 理解	⑤ 自分で
5	D 65	21	60	32	29
4	D 106	71	109	91	54
3	81	87	122	133	92
2	B 52	C 83	32	67	93
1	B 28	C 69	8	9	64
合計	332	331	331	332	332
平均	3.4	2.7	3.5	3.2	2.7

表 A 中の数学が嫌いとする生徒 B の分布を表 B に、数学が苦手とする生徒 C の分布を表 C にクロス集計してみた。また比較のため、数学が好きと答えた生徒 D の分布を表 D に示した。

【B】 数学な嫌いな生徒

	①	②	③	④	⑤
5		0	9	4	1
4		1	18	12	10
3		2	33	32	17
2	B 52	20	15	28	24
1	B 28	57	4	4	28
合計	80	80	79	80	80
平均	1.7	1.3	3.2	2.8	2.2

【C】 数学が苦手な生徒

	①	②	③	④	⑤
5	8		26	16	6
4	23		41	33	22
3	44		52	55	39
2	49	C 83	25	42	48
1	28	C 69	7	6	37
合計	152	152	151	152	152
平均	2.6	1.5	3.4	3.1	2.4

【D】数学が好きな生徒

	①	②	③	④	⑤
5	D 65	21	42	24	25
4	D 106	69	69	55	34
3		50	53	65	39
2		27	6	23	49
1		4	1	4	24
合計	171	171	171	171	171
平均	4.4	3.4	3.8	3.4	2.9

数学が嫌いな生徒 B の内 27 人 (34.2%) が数学の話題や問題が興味深かったと回答してくれており、数学が苦手な生徒 C の内 67 人 (44.4%) が興味深かったと回答してくれている。同様に、自分で考えたり調べたりしたかとの問いに、B では 11 人 (20.0%) の生徒が、C では 28 人 (18.4%) の生徒が肯定的に回答してくれた。

自由記述の感想には、「数学はどちらかという嫌いだけれど、先生がいつも集会の時に下さった問題は面白かったです。自分で考えて友達と話し合ったり頭をひねったり興味を持ってました。(文系の生徒)」、「先生の集会中でのスピーチはどれも楽しいものばかりでした。今までの校長先生の話は長く疲れて早く終わってほしいと思うものばかりでしたが、先生の話は全くそんなことなく集会が楽しみでした。…。(理数科の生徒)」などと書いてくれていた。

最後の最後まで温かく励ましてくれた生徒の皆さんに、そして、お世話いただいた数学科の皆さんに心からの感謝を申し上げたい。

[参考文献]

- 1) 渡辺和子『置かれた場所で咲きなさい』幻冬舎 (2013)
- 2) 平成 25 年度『武高評論第 45 号』福井県立武生高等学校 (2014)
- 3) 西川満「高等学校における数学教育の在り方についての一考察－数学観を育てる授業を目指して－」福井大学大学院教育学研究科修士論文 (1995)
- 4) P. J. デービス/R. ヘルシュ 柴垣和三雄・清水邦夫・田中裕訳『数学的経験』森北出版株式会社 (1989)

- 5) 山中伸弥・緑慎也『山中伸弥先生に、人生と iPS 細胞について聞いてみた』講談社 (2012)
- 6) 山根一真『はやぶさの大冒険』マガジンハウス (2010)
- 7) アルフレッド・S・ポザマンティエ/イングマル・レーマン 松浦俊輔訳『不思議な数列フィボナッチの秘密』日経 BP 社 (2010)
- 8) 中勘助『銀の匙』岩波文庫 (1999)
- 9) 秋山仁・松永清子『数学に恋したくなる話』PHP サイエンス・ワールド新書 (2010)
- 10) 西川満『数学部会会誌』福井県高等学校教育研究会数学科 (2007)
- 11) ジョン・ダービーシャー 松浦俊輔訳『素数に憑かれた人たち』日経 B P 社 (2009)