新入生アンケート調査による
数学が苦手な学生の問題点と改善方法の実施報告

福永 知哉[1], 山田 猛矢[2], 松田 翔太[2], 野田 幸平[3]

[1] 第一工科大学　共通教育センター（〒 899-4395 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2）
[2] 第一工科大学　工学部　情報電子システム工学科（〒 899-4395 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2）
[3] 鹿児島第一中学校（〒 899-4345 鹿児島県霧島市国分府中 214 番地）

Report on problems and improvement methods for students who are not good at mathematics by questionnaire survey of new students

Tomoya FUKUNAGA[1], Takeshi YAMADA[2], Syota MATSUDA[2], Kohei NODA[3]

[1]Common Education Center, Daiichi Institute of Technology
[2]Department of Information and Electronic Systems Engineering, Daiichi Institute of Technology
[3]Kagoshima Daiichi Junior High School

Abstract : This paper proposes we will conduct a questionnaire on“ do you like or hate math?” “ If you want to review it, when do you want to do it?” “ What do you think is the reason for people who are not good at math?” for new students and report the results. In addition, we considered the problems that could be considered from the results and examined improvement methods. Since I demonstrated how to improve it in a lecture, I will also report the student’s reaction at the same time.

***Keywords** : decline in math skills, remedial education*

1. はじめに

1.1 研究背景

少子化が進み，大学全入時代となり，大学生の学力が著しく低下しているとの声をよく聞く. また誰もが知っている有名大学でさえ，数学において分数の計算ができない，四則計算すら怪しいとの書き込みをネット上でよく目にする. これらをよく見聞きする理由は，数学を学ぶことがとても重要なことであり，それゆえ基礎学力が低いことは非常に大きな問題であると考えられているからであろう. 本学は工学部であり理系の大学であるが，指定校推薦入試や総合型入試など入試区分は多様であり，数学が必須である工学部であるにも関わらず，数学に苦手意識をもつ学生や基礎学力の乏しい学生が非常に多いと感じる. そのため大学教員が，新入生の問題点を把握し基礎学力を高めるために何かしら改善方法を考えることは自然なことである.

1.2 研究目的

本論文では，新入生を対象に,「数学は好きな教科か」,「もし復習するのであれば中学〜高校のいつからしたいか」,「数学が苦手な人の理由は何だと思うか」，のアンケートを実施し，その結果について報告する. また，その結果からわかる問題点について考察し，改善方法を検討，講義で実施した. そのときの学生の意見・感想も同時に報告する.

2. アンケート結果

まず，新入生 60 名を対象に「数学は好きな教科か」というアンケート調査を行った. 図 1 はその結果である. 図 1 を見ると，数学が好きな教科であると回答した学生は 45%程度しかいなかった. 同時に「もし復習するのであれば中学〜高校のいつからしたいか」という質

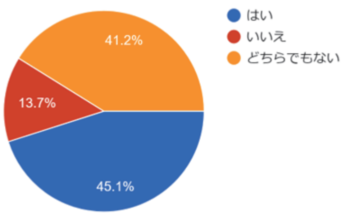

図 1: 数学は好きな教科か

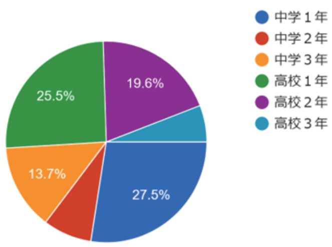

図 2: もし復習するのであれば中学〜高校のいつからしたいか

問も行った. 図 2 はその結果である. 図 2 を見ると，中学校から復習したいと考えている学生が 50%程度おり，高校 1 年から復習したいと考えている学生まで含めると実に 70%以上となる. この 2 つの結果だけでも，数学に対して苦手意識のある学生が多数いることが想像できる. また,「数学が苦手な人の理由は何だと思うか」を自由記述で回答してもらった (なお，回答してくれた全ての記述については [付録] に記載している). 自由記述のアンケート結果において，特に意見が多かった理由を多い順に 3 つ挙げると

- たくさん文字が出てくるから
- 理解できない，わからない状態のまま授業が先に進んでしまうから
- 公式・解き方が覚えられないから

であった.

3. アンケート結果からわかった「数学が苦手な人の 3 つの理由」についての考察

「数学が苦手な人の理由は何だと思うか」の自由記述アンケートの結果より，1 番意見が多かったのは【たくさん文字が出てくるから】であった. ここでの文字とは定数や変数のことであろう. これは,「もし復習するのであれば中学〜高校のいつからしたいか」という質問に対する回答の約半数が，中学生のころからという結果 (図 2) からも想像できる. 小学校で学習する算数では，文字を取り扱うことがなく数字のみのため，計算がしやすく，また，日常の様々な場面で触れる機会が多いため，苦手意識は生まれ難い. 例えば，この商品は “ 100 円？”とは聞くが， “ x 円？ ”とは聞かない. しかしながら，中学校から算数は数学となり，数字を使った日常的な計算から抽象的な内容を文字を使い理論的に考える教科へと変わっていく. 中学校で学習する 1 次関数であれば，$y = ax$ 程度の文字であり，比例関係という説明もあるため，そこまで文字に抵抗はないかもしれない. しかしながら，大学生の中で苦手という意見が多い 2 次関数 $y = ax^2 + bx + c$ では，文字が 5 つとなり，段々と理解が難しくなっていくのであろう. さらに三角関数や微分積分などでは，$\sin x$，$\cos x$ や dy/dx など，初めて見る数学記号が増えていき，さらに理解しがたいものとなることは想像に難くない.

2 番目に多かった意見は，基礎ができていないから，式の意味が理解できていないから等の【理解できない，わからない状態のまま授業が先に進んでしまうから】であった. 理解ができない，わからない状態のまま授業が先に進んでしまうと，授業がわからない → テストが解けない → 面白くない，という悪循環に陥る. このような状況にならないように，小・中・高の教員は生徒の学力を確認しながら，授業をしているはずである. しかしながら，生徒の理解力には差があり，また，集団で授業をしなければならないため，どこかに基準を合わせなければならず，一定数の生徒は内容が理解できないまま授業が先に進んでしまう. その結果，気がついたら何もわからない状態となってしまうため，数学が苦手になるのは当然だろう.

3 番目に多かった意見は【公式・解き方が覚えられないから】であった. これはアンケート結果だけでなく講義中に学生と話をしてみてもよくわかる. 今まで，どのように数学を勉強してきたかを聞くと，問題集を繰り返し解くことで，ひたすら公式や解き方を暗記してきた，テストでは，その覚えた知識に当てはめてきた，と回答してくる. アンケート結果の，公式が覚えられない，暗記できない，問題をたくさん解いていない，などからも想像できるが，数学は，反復することで知識を暗記し，暗記した知識に当てはめて答えを出す教科だと学生たちは思っており，論理的な思考を養う教科とは全く認識していない.

4. 改善方法

ここでは，数学が苦手な人の 3 つの理由について，その改善方法の検討及び実際に実施した講義，その結果について記述する.

4-1【たくさん文字が出てくるから】

たくさん文字が出てくる式といえば 2 次関数 $y =$

ax^2+bx+c を連想するという意見が多かったため，2次関数において改善方法を検討する． 2次関数 $y=ax^2+bx+c$ において，たくさん文字が出てくるからわからない，と言われたとき，まず最初に考えられる改善方法としては，定数 a,b,c に具体的な数字を入れて説明するという方法である. しかしながら，この方法による説明は，文字数を x と y の2つに減らした説明であり，(2次関数をわかってもらうための説明であればよいのかもしれないが,）たくさん文字が出てくるから，に対する本質的な改善方法にはなっていない. そこで，定数 a,b,c に，具体的な数字を入れるのではなく，文字数はそのままにして，定数 a,b,c が何を意味するかを説明し，その後，式変形（平方完成）してもらうこととした. 式変形（平方完成）してもらうことで，たくさんの文字が出てくる式の取り扱いに対する抵抗の低下（改善）を測定できるのではないかと考えた. 具体的には，以下を板書し，①〜③を説明した後，平方完成を行ってもらい，アンケートを実施した.

$y=ax^2+bx+c$ について

① a について

$a>0$ であれば，グラフは右上がり
$a<0$ であれば，グラフは右下がり
a の値は y 軸方向への伸縮を表す

② b について

$ab>0$ のとき，$x<0$ にグラフの頂点がある
$ab<0$ のとき，$x>0$ にグラフの頂点がある

③ c について

y 軸との交点 ($x=0$ のときの値を表す)

①から③ を説明後，平方完成

$$\begin{aligned} y &= ax^2+bx+c \\ &= a(x^2+\frac{b}{a}x)+c \\ &= a\left\{(x+\frac{b}{2a})^2-(\frac{b}{2a})^2\right\}+c \\ &= a(x+\frac{b}{2a})^2-\frac{b^2-4ac}{4a^2} \end{aligned}$$

頂点：$(x,y)=(-\frac{b}{2a},-\frac{b^2-4ac}{4a^2})$

図3は平方完成後,「平方完成について，$y=ax^2+bx+c$ の定数 a, b, c の役割を知る前と後では、どちらが式変形しやすいと感じましたか (思いましたか) 」というアンケートの結果である. アンケート結果を見ると，55.7%の学生が説明前より，説明後の方が平方完成がしやすいと感じた (しやすいと思った) と回答している. ①〜③の説明は，平方完成（式変形）において直接関係がないにもかかわらず, このような結果になったのは興味深い. この結果は，$y=ax^2+bx+c$ において，

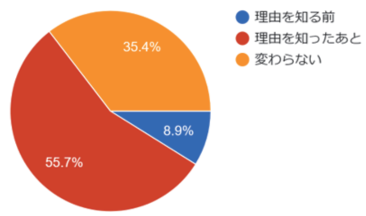

図 3: 平方完成について，$y=ax^2+bx+c$ の定数 a, b, c の役割を知る前と後では、どちらが式変形しやすいと感じましたか (思いましたか)

単に文字が多いからというわけではなく，定数 a,b,c の意味がわからないため，難しく感じていたことを示唆する. そのため，定数などの文字がたくさんある場合の改善方法としては，出てくる文字の意味を丁寧に伝えるという方法が有効であり，そうすることで，たくさん文字が出てきても，さほど気にならずに考えることができるのかもしれない.

4-2【理解できない，わからない状態のまま授業が先に進んでしまうから】

この回答に対する改善方法としては，教える側がレベルを合わせる，1対1で教える，などが真っ先に思いつく. しかしながら，集団授業の場合は難しい. 本学の数学の講義も，250名程度の新入生を学力別の3クラスに分けて実施しているが，3クラスに分けても，クラス内での理解力の差は非常に大きい. そのため，教える側が，全ての学生のレベルに合わせた授業を行うことは不可能である. また，1対1での対応についても，現実問題として，時間も人員も足りないため，非常に困難である. そこで今回実施した改善方法は，あらかじめ動画を撮影し，講義についていけない学生に視聴してもらうという方法である. 動画内容は，これまでの経験上，特に講義後，多数の質問が寄せられる，微分積分（微分の定義式，$\sin x$，$\cos x$，$\tan x$ の微分, 部分積分等）とした. 動画では，通常の講義よりも丁寧な解説を心がけ，10分程度の短い動画を11本作成した. 動画作成後，通常の講義を実施し，よくわからなかったという学生に対して，できるだけ視聴するように促して，動画視聴後,「動画を見た方は感想を書いてください」というアンケートを自由記述で回答してもらった. 以下は回答してもらった記述である.

- いい復習になった
- 授業の後に動画で見ることができていい復習になるので、こういった動画があると助かります！
- わかりやすかったので, 冬休みを使ってもう一度復

習していきたいと思いました.

- 基本的にわかりやすかったです
- 黒板が見やすく理解しやすかったです.
- ものすごくわかりやすかったです
- 途中計算の考え方について話されているのはとてもわかりやすかったです
- 色んな分野を動画にしてくれて困った時に見返して復習できてとても良かったです.

アンケート結果を見ると，理解できない，わからない，授業についていけないという学生に対して，動画によるサポートは非常に良い改善方法だということがわかる. 小学校，中学校，高等学校でもこのような動画によるサポートを取り入れれば，行き詰ったままで困っている生徒の助けとなり，また教員側の負担軽減にもなる. 最近ではインターネット上に多数の数学に関する解説動画もあるため，これらを積極的に活用することも良い改善方法だと考えられる.

4-3【公式・解き方が覚えられないから】

公式・解き方が覚えられない，と学生からよく相談される. 相談に来る学生の共通点は，1つ1つの公式や解き方が独立していると捉えていることが挙げられる. そのため，公式と呼ばれるものは，特に何も考えず，1つ1つを全て覚えなければならないと勘違いしており，反復することで英単語の暗記のように覚えようとする. この回答の改善方法として，公式・解き方を1つ1つを全て覚える必要はないということを，(a) 覚えなくても導き出せるもの，(b) 理解することで応用が利くもの，という観点から具体例を用いながら，以下のように説明した.

(a) 覚えなくても導き出せるもの
具体例1：加法定理 → 2 倍角, 半角の公式

加法定理
$\sin(\alpha+\beta)=\sin\alpha\cos\beta+\cos\alpha\sin\beta \cdots ①$
$\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta \cdots ②$

①,②において，$\beta=\alpha$ とおくと，2 倍角の公式が得られる.

2 倍角の公式
$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cos\alpha$
$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha-\sin^2\alpha$
$=2\cos^2\alpha-1=1-2\sin^2\alpha \ \cdots ③$

また，2 倍角の公式③を変形すると
$\cos^2\alpha=\dfrac{1+\cos 2\alpha}{2}$，$\sin^2\alpha=\dfrac{1-\cos 2\alpha}{2}$ となり，

α を $\dfrac{\alpha}{2}$ に置き換えると半角の公式を得られる.

半角の公式
$\cos^2\dfrac{\alpha}{2}=\dfrac{1+\cos\alpha}{2}$
$\sin^2\dfrac{\alpha}{2}=\dfrac{1-\cos\alpha}{2}$

具体例2：積の微分公式 → 部分積分法

積の微分
$\{f(x)g(x)\}'=f'(x)g(x)+f(x)g'(x) \cdots ①$
① を次のように変形する.
$f(x)g'=\{f(x)g(x)\}'-f'(x)g(x) \cdots ②$
② の両辺を積分すると
$\int f(x)g'dx=f(x)g(x)-\int f'(x)g(x)dx \cdots ③$
③ を用いて計算する方法を部分積分法という.

(b) 理解することで応用が利くもの
具体例：グラフの平行移動の公式

関数 $y=f(x)$ のグラフを x 軸方向に A，y 軸方向に B，平行移動したグラフを表す式は
$y-B=f(x-A)$
つまり，x を $x-A$ に変えて，y を $y-B$ に変えればよい.

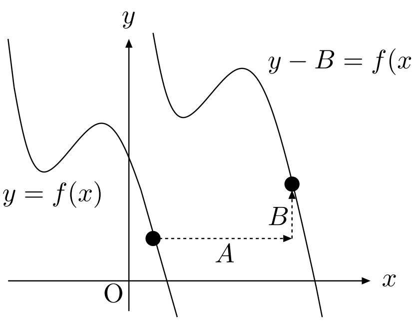

図 4: 平行移動の公式　$y=f(x)$ と $y-B=f(x-A)$ の関係

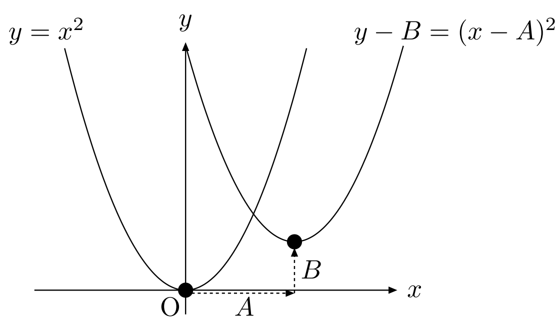

図 5: 平行移動の公式　$y=x^2$ と $y-B=(x-A)^2$ の関係 (2 次関数)

三角関数において公式と呼ばれるものに，2 倍角の公式，半角の公式などがある．これら全てについて，sin，cos，また，α，β，さらに，や符号にも注意しながら全てを覚えることは，非常に大変である．それよりも加法定理から，他の公式を導けば，全ての公式を覚えなくて済む．図 6 は，(a) 具体例 1 を説明した後に「あなたが加法定理から導けるものにチェックを入れて下さい」というアンケートの結果である．図 6 を見ると，「加法定理から 2 倍角の公式が導けるか」については，80%程度の学生が導けると回答している．しかしながら，「半角の公式が導けるか」については 50%程度にとどまっている．これは，半角の公式を導き出すためには，まず加法定理より 2 倍角の公式を導き出し，その式を変形し，さらに角度を置き換えなければならず，操作が 1 つではないことが原因であると考えられる．

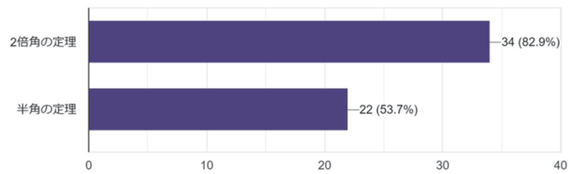

図 6: あなたが加法定理から導けるものにチェックを入れて下さい．

次に，(a) 具体例 2 の説明をした後に，「積の微分の公式から部分積分の公式が導き出せることがわかりましたか」というアンケートを実施した結果についてみていく．積の微分公式は覚えているが，部分積分法が覚えられないと相談に来る学生は多い．相談に来た学生に対して，(a) 具体例 2 のように説明すると，多くの学生は理解してくれる．図 7 は，(a) 具体例 2 の説明後，「積の微分の公式から部分積分の公式が導き出せることがわかりましたか」というアンケートの結果である．図 7 を見ると，80%程度の学生が導き出せると回答している．

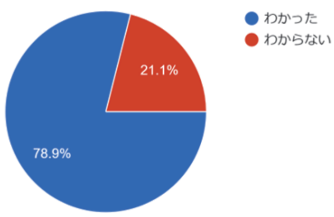

図 7: 積の微分の公式から部分積分の公式が導き出せることがわかりましたか

続いて，(b) 理解することで応用が利くものについて考察する．この具体例としては，グラフの平行移動の公式を取り上げた．平行移動の公式については，図 4，5 のように，グラフを用いて説明すると理解が早い．三角関数が苦手な学生でさえ，この説明の後，$y = \sin x$ が描ければ，$y = \sin(x - \pi/2) + 1$ などのグラフの概形を容易に描くことができるようになる．また，2 次関数に関しては，$y = ax^2 + bx + c$ を平方完成する理由として説明することもできる．新しい関数を学習するときに，平行移動の公式を理解していることは，非常に有用であり，苦手意識が大きく和らぐ．図 8 は，(b) の具体例を説明した後，「$y = ax^2 + bx + c$ は，$y - B = a(x - A)^2$ と変形できるため，$y = ax^2 + bx + c$ のグラフは，$y = ax^2$ のグラフを平行移動したものである，ということがわかりましたか」というアンケートの結果である．図 8 を見ると，実に 90%程度の学生が理解したことがわかる．

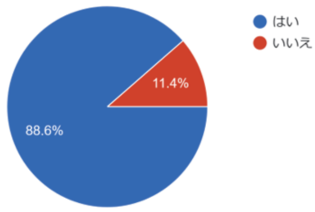

図 8: $y = ax^2 + bx + c$ は，$y - B = a(x - A)^2$ と変形できるため，$y = ax^2 + bx + c$ のグラフは，$y = ax^2$ のグラフを平行移動したものである，ということがわかりましたか

5. まとめ

本論文では，新入生 60 名を対象に，数学に対するアンケート調査を実施し，その結果について報告した．またそのアンケート調査より問題点をまとめ，数学が苦手な人の理由として，特に意見が多かった，【たくさん文字が出てくるから】，【理解できない，わからない状態のまま授業が先に進んでしまうから】，【公式・解き方が覚えられないから】の 3 点について改善方法を検討し，実際に講義で実施した．実施した結果，【たくさん文字が出てくるから】については，文字の意味を説明することで，理解しやすくなることがわかった．【理解できない，わからない状態のまま授業が先に進んでしまうから】については，サポート動画を活用することが有効であることがわかった．【公式・解き方が覚えられない】については，3 つの具体例を説明することで，覚えなくても公式を導出したり，公式を理解することで他にも応用できるようになることを理解してもらえることがわかった．

今後の課題としては，アンケート「数学が苦手な人

の理由は何だと思うか」の回答で，4 番目に意見が多かった，「苦手意識があるから，やる気・好奇心が無いから」という学生に対しての改善方法の検討，実施である．

6. おわりに

今回のアンケート調査や学生からの意見より，子どもたちが考える力を養うことは，現状の教育環境において，非常に困難であると感じている．小学校では単元ごとにテストを実施し，中学校では定期テスト，高等学校ではさらに模擬試験等が実施され，良い点を取ることが重要視される．そのため，内容がわからなければ，当然公式や解き方を覚えることになるだろう．数学において，大事なことは解答を得る過程においてどれだけ覚えたかではなく，どのように考えたかというところにある．１つ１つを丁寧に考えることを多く積み重ねていけば，未知なる問題に遭遇したとき，知らないから，解決できそうにないから，といって，すぐにあきらめるのではなく，今までの知識や経験を応用し，理論的に物事を考え，解決策を導き出すことができるようになる．その結果，自分の意見を持つ主体性が養え，また，他人の意見も素直に受け入れる多様性も育まれる．引き続き，考える力を養うための講義について検討，考察していきたい．

[付録]

「数学が苦手な人の理由は何だと思いますか」

- 公式が覚えられない．
- 計算が苦手
- 全部
- 表面だけで決めつけているから？もしくは好奇心が出ないからとかですかね
- 自分は出来ないと思い込んでるからだと思います
- 公式を覚えようとしていること！
- 問題をたくさん解いてない
- 法則等が難しい
- 変に理屈を探したがる．公式に当てはめたりするだけでいいのになんでこうなるのかとか詳しく知りたがろうとするから
- 最初から難しいと思って取り組んでいるから
- 基本的な問題は復習、予習をすればわかるけれど、応用問題となるとできなくなるから
- やる気
- 色んな文字が出てくるから
- わからない前提で考えている．
- 自分はそうじゃないんですけど、苦手な人は紙の上で解決していそう
- 単位円による三角比がわかりにくいです
- 覚えようとしてしまう
- 文字が多かったり式が複雑だと難しく考えてしまってシンプルには考えれなくなるから
- 応用力がないから
- 算数からの基礎ができてない
- 解けない問題が多いから
- 国語みたいに文章中に答えがないからだと思います
- 計算などできるのですが、文字が出てくると少しついていけなくなります
- 式の意味が理解できない物が多いから
- 公式を見ただけで難しそうだと思って、苦手意識が芽生えるから
- 物理と同じく文字式が多くて具体的な値を持った式がパッと出てこない
- 答えまでの過程がわからないから
- 式の変換が苦手
- 算数からの基礎が出来てないから
- 数字や数式に対して苦手意識があるから
- 余計な情報があるから
- 文字がたくさん出てきて、混乱してしまうからだと思う
- 数字が嫌い 解き方を覚えられない
- 計算が苦手
- 理解した上で納得していない所をそのままにして次の段階へ進んでしまうから
- x や y、a や b を使う計算が難しいからです
- 文章問題の問題文の解読が難しいから
- (自分の場合) 教科書などの練習問題を解くとき、答えだけしか載っておらず、途中式 (解き方) を確認したいのにそれが載っていないので、行き詰まり、わからないままになるから．
- 計算はよく間違える
- 数字を計算するのが面白いですがなんか色々なロマ字が入ってくるとちょっと理解できるのが難しくなってきました．
- 公式の意味と使い方がわからないのと生活するうえで使わないからだと思います
- どこがわからないのかわからない．特に物理と数学は解いてる途中でなにを求めたらいいかわからなくなる
- 複雑だから
- 知らないだけ
- 公式が覚えられない
- 式の変換が苦手
- 答えまでの過程がわからないから