

『テーマに沿っての自由研究を実践してみよう』

～石狩南高校福島先生のお誘いを受けて～

北海道弟子屈高校 杉山 真

1 きっかけ

毎年3年生の卒業考査の問題はどうしようかと困り、これだけは押さえて卒業しなければいけないと考え復習的に中学校の計算問題を考査に出すといった授業の消化的な使い方をしていたのですが、せっかくやるのなら、生徒のやる気が出て、これからの人生に少しでもためになる内容にした方が良くと思い、今回は3年生の進路がほとんど決まっていた「実用数学」という選択授業で、テーマを与えてルーブリック評価を生徒に示し、生徒と教員の評価をすると生徒に宣言しとにかく実施してみることにした。

2 指導内容

(1) 使用時間

1 1 時間の内容

①オリエンテーション	⑦ //
②テーマ決め	⑧ //
③ //	⑨ 発表会
④研究・編集作業	⑩ //
⑤ //	⑪ 反省・総括
⑥ //	

※時間割上、情報処理室を使えるようにしてもらった。

(2) 人数

12人という少人数のクラスで実施したため、個人での発表とした。

(3) 到達目標

資料2で示したようなルーブリック表作り到達目標を示した。

(4) 課題設定

『今までの数学を振り返って調べてみたいと思ったことを発表する』というテーマで、数学Ⅰ・

Aの課題学習のテーマをセレクトして生徒には配布した。ただ、生徒は学校の図書室の本やインターネットを活用してテーマは決めていたようです。

(5) 会場

授業で使用している教室で発表会は実施した。

(6) 発表方法

特にこちらからは指示していなかったが、本校では3年の総合的な学習時間で弟子屈町の観光プランを作成し、作品を応募しています。この発表時にパワーポイントを活用していたので、パワーポイントを使っての発表が多かったです。ただ、模造紙を使って発表している生徒もいた。時間は1人当たり6分とし、発表時に必ず入れるものとして

- ・課題名
 - ・調べた理由
 - ・調べた方法、調べて分かったこと
 - ・まとめ方及び発表において工夫したこと
 - ・感想（苦労したこと、楽しかったこと等）
- とした。そして、終わったら、他の生徒の発表の評価をしてもらった。

(7) 評価方法

予め評価の観点を示した評価表を生徒に配布して自分の発表とその前の者以外の者の発表（発表準備のため）を評価してもらい、その評価と教員の評価及び考査時に行った自由研究について書いた作文の評価をもとに成績をつけました。詳しくは資料2参照。

(8) 作業方法

時間割の先生にあらかじめ情報処理室を使えるように要望を出し情報処理室でコンピュータを使って調べ、パワーポイントで発表の作品を作っていました。生徒によっては大きな模造紙に様々な色のマジックで作品を仕上げていました。

(9) 使用用具

幸い本校はマジックや大きな模造紙は教科等で使うためあったので、それを使わせてもらい間に合わせました。

(10) 指導上の留意事項

今回のアイデアは石狩南高校の福島先生のポスターセッションを行って大変興味を持ったので、本校でも機会があればトライしてみたいと考えていました。そこで、今年は後期中間考査が終わった後に生徒に持ちかけてみたら、「大学の授業みたいでおもしろそうだ。」との意見が出たので、やってみようとして資料1のような実施要項を作り、ルーブリック表を提示し、評価方法を説明するオリエンテーションの時間を1時間とって取り掛かりました。

その後、テーマがあまり具体的ではなかったので、「研究内容は今までの授業で取り扱った内容からでないかと駄目ですか。」等の質問が出ましたが、「基本は自分の興味を持ったことについてテーマに沿ったものなら何でもよいです。ただ、ネットや本に載っているものをただ写しても評価は高くないよ。」とだけ伝えて、生徒の自主性に任せました。

3 研究テーマ ※ () 主な内容

12名の受講生で次の12本のテーマが出ました。

- 1 ワクワク数学 (数字に関するクイズ)
- 2 素数と2進法 (素数と2進法の紹介)
- 3 分配法則 (分配法則を使い計算方法の簡略化)
- 4 色々な数と簡略化した計算方法
(1と3を合わせたような内容)
- 5 宝くじの当選確率
(年末ジャンボ宝くじの当選確率と当たるための枚数)
- 6 今まで何秒生きてきた？
(自分が今まで何秒生きてこれから何秒生きるか)
- 7 音楽と数学 (音楽に現れる数学の紹介)
- 8 0 (ゼロ) (0が現れる計算の不思議とその説明)
- 9 確率について (同じ誕生日になる確率計算等)
- 10 人間をいろいろと比較してみた
(数値化して人間の優れたところと劣ったところの比較)
- 11 微分積分の分かりやすいやり方
- 12 鶴亀算 (12の色々な求め方)
これらをいくつかのジャンルに分類してみると・・・

計算技術

分配法則、色々な数と簡略化した計算方法

数学雑学

ワクワク数学、素数と2進法

身近な生活と数学

宝くじの当選確率、今まで何秒生きてきた？、音楽と数学、確率について、人間をいろいろと比較してみた

やさしく数学を理解する

微分積分の分かりやすいやり方、0 (ゼロ)

いろいろな問題の解き方

鶴亀算

といった様々な面白い内容の自由研究になりました。

4 完成に至るまでの過程

基本は情報処理室を授業で使える恵まれた環境で自由研究の準備がなされました。調べたりする時間が続くと生徒はだれたり、おしゃべりし始めたりはしないか心配しましたが、特定の生徒は疲れたのか居眠りしている生徒はいましたが、全体的にはだれずに淡々と作成作業をしていました。また、作業についてはマジックや模造紙など以外には自分たちで構想を考えまとめていきました。

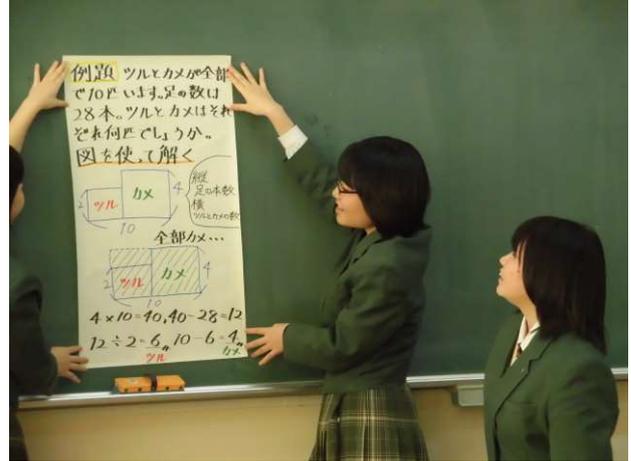
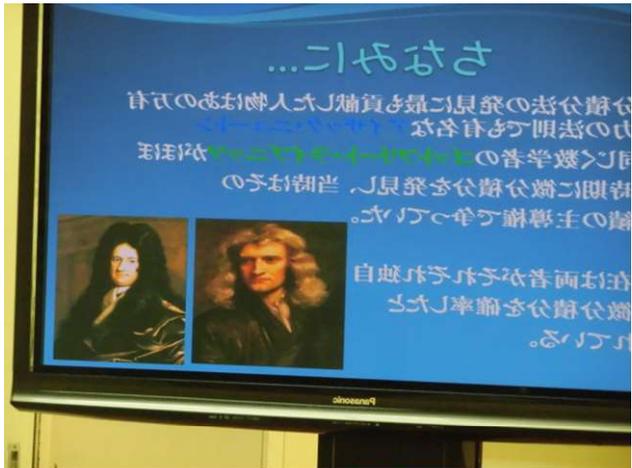
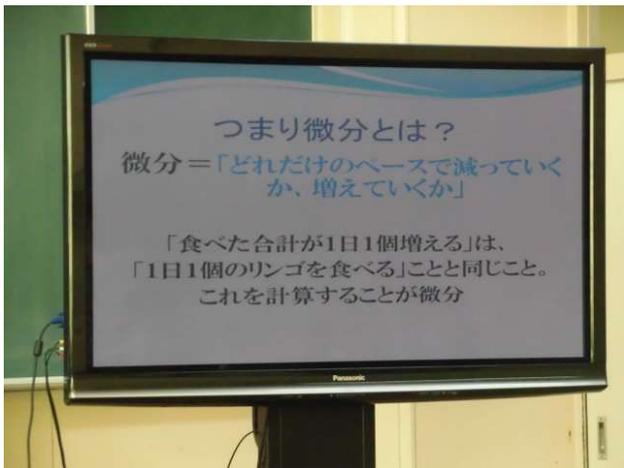
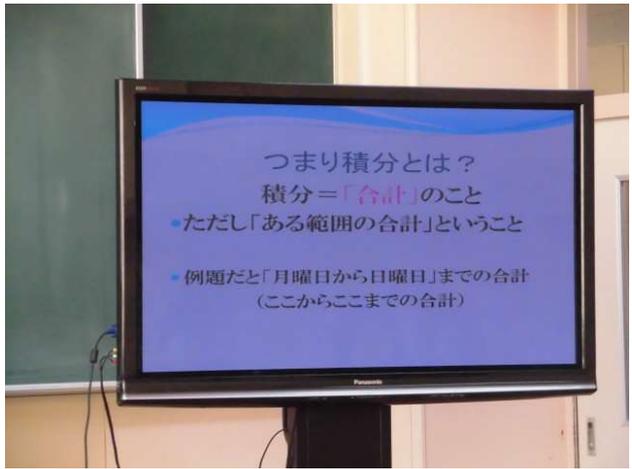
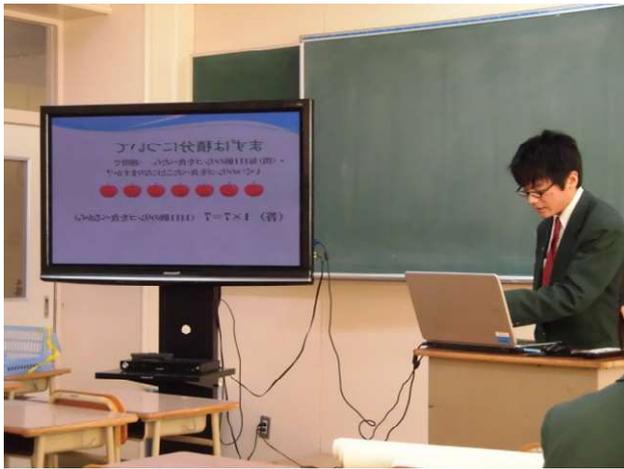
5 自由研究の発表会の様子

発表会は事前リハーサルをせずに冬休み明けのすぐの2時間連続の授業で行ました。予め決めておいた司会者、タイムキーパーの生徒の確認をし、評価する人の範囲、発表時に必ず話すことの説明をしてから実施しました。途中、パソコンの電源やビデオの電源が落ちたり、電卓がなくて発表の順番が変わるといったアクシデントがありましたが、それ以外は順調にいきました。

作品の出来は様々で、ネットの受け売りのものや単に知識の羅列的なものがありましたが、中には、ただ一方的に説明するのではなく、聞く側に参加を促すクイズ形式にしたり、電卓を使って計算させたり、音楽のリズムをとらせてみたりと飽きさせない工夫をしているものもあり、全体的には、思った以上に時間がたつのが早く、あっという間に過ぎて、もう少し聞いていたかったというのが率直な感想でした。また、後のアンケート結果からも生徒たちも楽しんでいたと思います。

反省点

事前リハーサルを入れないで実施してしまったことや予め生徒に伝えてあった発表内容の徹底ができなかったため、生徒の発表準備不足と評価者の評価準備不足を招いたり、発表者により発表する内容がまちまちになってしまいました。



6 評価

評価は評価の観点や評価基準を載せたルーブリック表を事前に生徒に配布しそれを使って、主に発表の様子をレポートのまとめ方、内容、発表の仕方の観点に関して生徒と教員でつけました。また、考査で発表会で行った内容を作文にまとめてもらい、それをルーブリック表を使って教員が評価しました。

反省点

生徒において

生徒に他の生徒の評価をさせたのですが、評価しなければならない生徒の評価がなされていないものがあったり、評価基準に基づいてなされるというよりは感覚で評価がなされていたようでありました。これについては評価対象の徹底と必ず評価表を活用することや評価時（発表後1分間で評価させた）に計算機を与える等で評価をすばやく付けさせるとか評価ごとにまとめておくといった方法を考える必要があると思いました。

また、作文で評価するという評価方法について「数学の考査としてはおかしいのではないか。レポートの提出等にして考査をなくしてほしい。」といった意見が出せれました。これについてはこれからの数学の授業に求められるものは計算技術だけにとどまらないことを生徒にもっとわかりやすく説明できるようにしなければならぬと思いました。

教員において

パソコンに予めエクセルシートを作って発表後の1分間で評価したのですが、評価の基準設定が評価者の方で曖昧になってしまうという結果になってしまいました。予想させる行動に基づき、こういう場合にはこの項目の標準を満たす（標準を3点としました）といった評価基準の明確化についての研究するをする必要があると思いました。

7 事後アンケートの結果

質問事項とその回答及び感想は資料に載せました。

◎Ⅰの各観点4段階評価より

最初から自由研究をされると言われてもやる気はあったわけではないが(①)、自分の興味のあるテーマを決め(⑥)、調べていくうちに色々なことがわかり、それとともに面白くなったようです(③)。また、発表を通じて他の生徒の研究

内容を知り、さらに勉強になったようです(⑨)。ただ、積極的に研究活動に取り組みたり(②)、その勉強がどのように自分自身の力になったのか(④)、評価と絡めて行った(⑩、⑪)ので、そちらのついての理解を十分徹底できないものになってしまいました。最後に次年度に同じ活動を実施するべきかを聞いたところ研究活動は大変だったかが(⑤)、実施してほしいとの意見が予想したもの(⑫)よりは多かったことに実施した側としては感謝しています。

◎Ⅱの感想より

初めは気乗りしなかったが、調べていくうちに数学の奥深さに不思議さに気付き、面白くなったようです。また、昔疑問に思ったことを自分で納得のいくまで調べてスッキリしたという感想もありました。さらに、発表会を通じて他の人の研究を聞いて色々な考えがあることを発見して大変有意義な時間であったようです。ただ、中には調べる時間がもう少しあれば、良かったという自発的な意見もありました。

テーマの決め方についてはもう少し絞ったテーマについて選択してもらうとか、発表の仕方にルールを設けるといった建設的な意見もありました。概ね生徒たちは今回の授業を前向きにとらえてくれたようです。

8 雑感

・何が起こるか分からなかった。

今回の授業実践は0からのスタートであったため、はっきり言って何が起こるか分かりませんでした。そのため、予想できずに右往左往することが多かったです。ただ、生徒の最後の感想を見てやって良かったと思いました。

・評価方法に悪戦苦闘

ルーブリック表を作ったもののそれを実際の発表や作文の評価にどう反映させるかについてかなり主観が入ったように思います。また、行動を評価対象にすると生徒の態度により評価に大きな差が出てしまうことが分かりました。ただ、従来の評価方法と大きく差が出る結果になりました。

・テーマの設定について

生徒の感想に多くあったのですが、どうテーマを決めればよいかに苦労したというものでした。これは生徒の提案を参考に今後構想を練ろうと思いました。

・計画について

今回の授業実践は思い付きによるところが大きかったので、やはり年度計画的に実施すべきであると思えました。

・実施方法について

今回は情報処理室を活用して調べることが出来ましたが、できない場合の方策や発表させる時の実施方法の徹底も今後反省すべきであると思えました。

・研究の掘り下げ方について

同じ時間を与えても内容を掘り下げられる生徒とそうでない生徒がいました。後者の生徒をどう指導して内容をさらに深められるかを考える必要があると思えました。

9 今後に向けて

雑感とも被る部分がありますが、

・他の教科との共同化について

やはり、理科や社会等の他教科との共同化を図るとさらに内容の深まりが出ると思いました。

・実践機会を多くする

生徒は自由研究で様々なことを学んでいた

と思います。そこで、1回だけというのではもったいないと考えました。せめて前期後期の計2回以上も発表の機会があると更に内容の濃い作品になったと思います。

・評価方法について

今回の授業実践では石狩南高校の福島先生の実施を踏まえてさらに評価までしてみたのですが、やはりここがまだまだ生徒の納得いく形で還元できるものにする必要を非常に感じました。評価は何のためにするのかとの問いに対して今回のでは成績を付けるためにしたというのが率直な感想です。ここを授業や生徒に還元できるも進化させていく必要を強く感じました。

ほとんど福島先生の実践をかつこよくいうと踏まえてと何度か書きましたが、ほとんどコピー的になっていました。研究を使わせてもらい、福島先生ありがとうございました。

色々な課題はあるものの非常に今後につながる分野でありますので、さらに進化させてまたの機会にレポートを発表させて頂こうと思います。

資料1 事後アンケートの結果

I 各観点4段階評価 (数字が小さいほどポジティブな回答)

	1. とても当てはまる	2. やや当てはまる	3. あまり当てはまらない	4. まったく当てはまらない	平均点
①自由研究をするといわれて、やる気がわいたか	1 8%	2 42%	3 42%	4 8%	2.50
②自由研究の活動に積極的に取り組んだ。	3 25%	4 50%	2 17%	1 8%	2.08
③自由研究の活動は楽しかった。	5 42%	4 33%	3 25%	0 0%	1.83
④自由研究の活動は自分のためになった。	4 33%	4 33%	3 25%	1 8%	2.08
⑤自由研究の活動は大変だった。	3 25%	4 33%	3 25%	2 17%	2.33
⑥自分の興味のある内容を研究に選べた。	9 75%	1 8%	2 17%	0 0%	1.42
⑦自分で分からないことは率先して調べた。	9 75%	2 17%	1 8%	0 0%	1.33
⑧研究の完成度には満足している。	3 25%	4 33%	4 33%	1 8%	2.25
⑨他の人の発表を見て、勉強になった。	9 75%	2 17%	1 8%	0 0%	1.33
⑩今回の評価基準は明確である。	3 25%	5 42%	4 33%	0 0%	2.08
⑪今回の評価の方法は妥当である。	3 25%	5 42%	4 33%	0 0%	2.08
⑫次年度もこのような試みをやるべきか。	4 33%	4 33%	2 17%	2 17%	2.17

II 主な感想

肯定的な意見

- ・みんなを巻き込んで授業をできたので楽しかったです。音楽も数学も深いですね。
- ・2回やったからネタバレしちゃった。楽しく発表できた！楽しめてもらえて良かった。
- ・色々なトラブルが起こったが動じず発表することが出来た。
- ・数学も考え方や工夫によって楽しいことだと思える発表会でした。
- ・自分でも分からなかった数学の面白さ楽しさ魅力にたくさん触れられてとてもいい勉強になりました。
- ・人間の脳の消費エネルギーの少なさ（省エネ）音楽＝数学の深い関係など意外なことを知ることが出来てとても良い刺激になりました。
- ・最初「今までの数学を振り返って調べてみたいと思ったこと」を調べてと言われた時、テーマの範囲が広すぎて正直に言うに困った。結果、自分の発表はあまり納得いくものにはならなかったが、自分以外の人の発表はどれも興味深く聞いていて楽しかった。ただ、もう少し準備期間が長いと良かったと思う。
- ・自分の知らないことを色々と学べるので良かったです。調べる時間をもう少し増やした方が良いと思います。
- ・今まで学んできた中から自分の興味のあるものを調べて発表するというのを数学でやるとは思っていませんでした。最初は悩んだのですが、数学Aや中学時にならって興味があった「確率」について調べました。調べていくうちにすべての事柄が起こりうる確率を数値で表せることが面白くなりました。また、他の人の発表を聞いて、復習をしたり、新しく発見したりという良い機会が出来たと思いました。
- ・他の人の発表を見て、数学に対する興味が少し増した。
- ・他人の発表を聞いて自分とは違った考え方があって良かった。
- ・例えば、調べた内容に絡めて各自で問題を作ってもらうなど発表内容にルールや決まりがあっても良いと思います。（説明だけにならないように）テーマを選択式にするなど、テーマが自由だと逆に悩むこともあるので、リストアップや範囲の指定があると良いと思います。

否定的な意見

- ・自由研究よりも普段通りの授業をやる方が私は良いと思いました。評価もその方がつけやすいのかなとも思ったからです。
- ・テストはないなら「なし」で良いと思う。数学なのに作文ってのはちょっと……。やる気でないし数学の評価じゃないと思う。
- ・考査の勉強をしにくいですし、実用数学なのに作文なのは少しおかしいと思いました。考査で作文をするのなら、レポートを提出し、考査をなくす方法が効率的だと思いました。

資料2 評価シート(生徒用)

課題テーマ		『今までの数学を振り返って調べてみたいと思ったことについて調べて発表する。』(生徒用)(発表会用)		
評価項目		評価基準		
		目標を十分達成した(5点)	目標を概ね達成した(3点)	努力を要する(1点)
課題設定(関)	テーマに即した適切な課題設定をしているか	明確な動機の下、テーマに即した課題設定をしていた	テーマに即した課題設定をしていた	課題がテーマから外れていた
まとめ方の工夫(知)	レポートに独自の工夫がみられるか	調査した内容に自分なりの工夫が加え分かりやすくまとめられていた	調査した内容が適切にまとめられていた	調査した内容のまとめが不十分だった
内容の深まり(見)	自分なりのアイデアを加え、発展がなされているか	調査内容を更に発展させた考察や論述がなされていた	調査した事実が適切に記述していた	調査した事実の記述が不十分であった
レポートの仕上がりが(見)	ポイントが分かるように工夫されているか	要点が的確に示されていた	要点が示されていた	要点が明確でなかった
発表の態度(関)	聞いている人に伝わるように発表が出来たか	適切な声量や目線を上げて発表ができた	声量や目線を意識して説明していた	適切な声量や目線を上げて発表ができなかった
発表内容(知)	レポートの主旨が適切に伝えられていたか	主旨を分かりやすく説明していた	主旨を踏まえた説明をしていた	主旨を上手く伝えられていなかった
	関・意・態	知・理	考・見	
	／10	／10	／10	

評価シート(教員用)

課題テーマ		『今までの数学を振り返って調べてみたいと思ったことについて調べて発表する。』(作文用)		
評価項目		評価基準		
		目標を十分達成した(5点)	目標を概ね達成した(3点)	努力を要する(1点)
課題設定(関)	テーマに即した適切なタイトル設定をしているか	明確な動機の下、テーマに即したタイトル設定をした	テーマに即したタイトル設定をした	タイトルがテーマから外れている
タイトルの正確さ(技)	作文のタイトルとして適切であるか	作文のタイトルとして分かりやすく適切である	作文のタイトルとして適切である	作文のタイトルとして適切でない
内容の独創性など(見)	自分なりのアイデアを加え、発展がなされているか	調査内容を更に発展させた考察や論述がなされていた	調査した事実が適切に記述していた	調査した事実の記述が不十分であった
論旨(段落構成)の明確さ(技)	論旨が明確に示されているか	論旨が明確に示されていた	論旨が示されていた	論旨が明確でなかった
文章表現(技)	文章表現が分かりやすいか	非常に分かりやすい	分かりやすい	分かりにくい
漢字やかなづかい(知)	漢字やかなづかいが正確に使われているか	漢字やかなづかいが正確に使われている	漢字やかなづかいの多少の誤字がある	漢字やかなづかいの誤字がかなりある
字数(関)	文章量が条件を満たしているか	十分満たしている	満たしている	満たしていない
	関・意・態	知・理	数技	考・見
	／10	／5	／15	／5