

## 現象の数値による表現について考察する教材の開発, 実践

高井利宗<sup>1</sup>

近年, 児童生徒が数学の有用性を理解することのできる教材の開発が盛んに進められている。本論文では, 数学の有用性の一つである現象の数値化を扱った授業の提案と実践報告を行う。授業の題材は, 「疲れ」である。ある運動後の疲れを脈拍数で表すこととし, その前提のもと, 「疲れ」がより早くなくなる方法について考察することが授業の課題である。

<キーワード> 現象の数値化, 実験, 数学の有用性

### 1. 序論

本論文で扱っているような現象の数値化を題材にした先行研究には井上・近藤・愛木 [1] や近藤 [2] などがある。[1] では汚れの落ち方, [2] ではカイロの良さを, いかにして数値で表すのかということを中心とした授業の実践報告がされている。そこでは, 授業時間の都合もあり, 現象の数値化のみが扱われていて, 数値で表した後の現象に対する考察を授業の中で取り上げていない。現象を数値で表すことには, 客観的な比較ができるなどの良さがある。その良さはある目的にそって比較したりすることで, 感得できるものと考え。従って, 現象を数値で表現することの便利さを知るとともに, 数値を使って考察する能力を育てることを目的とする授業案を開発することにした。

### 2. 教材について

#### (1) 教材の説明

授業の内容は「疲れ」について考察することである。人間は運動をすると疲れる。この「疲れ」を表現するにはどうすればいいだろうか。例えば「50mを全力疾走したくらい疲れた」といったように, 他の運動をしたときの疲

れと比べる表現方法や, 「息が上がるくらい疲れた」といった表現方法が挙げられる。しかし, これらの方法は他人に伝えるには分かりにくく, 伝える側の主観が入ってしまう。

そこで, 疲れの度合いを表現する数値として, 「脈拍数」を使う。人間は何もしていないときに比べると, 運動後の方が脈拍数が多い。しかも, 運動した量が多ければ多いほど脈拍数は多くなる。よって, 疲れの度合いを脈拍数で表すことにする。疲れの度合いを脈拍数を用いて数値化し, 脈拍数を下げるための, つまり疲れをとるための効果的な休憩方法を探すことを課題とする教材を開発し, 実践を行った。

ここで気をつけなければならないのは, 教える側が疲れを脈拍数のみで完全に表現できるものと誤解しないことである。あくまで, 脈拍数で疲れを表現するというのは前提 (仮定) である。その前提のもとに考察を進めていく。このような思考過程は, ある公理系から出発して理論を構築していく数学と同じである。本稿で紹介する授業案においては, 計算や作図といったいわゆる数学的な活動を多く含まないが, この思考過程そのものが数学であることを強調しておく。

<sup>1</sup>岐阜大学大学院教育学研究科

## (2) 授業のねらい

疲れたときの休憩方法について、例えば、寝た方がいいのか、座った方がいいのか、といった疑問に対し、両方試してから比べても、「寝ている方がいい休憩方法である。なぜなら寝ている方が座っている方よりも楽な姿勢であるからである。」といった説明では、説得力に欠ける。楽な姿勢の方が必ずしも疲れがとれるということではないし、仮に、楽な姿勢の方が疲れがとれるとしても、座ると寝るのどちらが楽な姿勢なのかは、主張する側の主観が入る。しかし、脈拍数が平常時の脈拍数と同じになるまでの時間が短いほうが良い休憩方法と仮定すると、脈拍数という数値を根拠にして、「寝ている方がいい休憩方法である。なぜなら寝ている方が座っている方よりも脈拍数が早く平常時と同じになったからである。」と説明できる。数値は主張する人の主観が入らないため、説明するときの根拠となりうる。

このように、人に物事を説明したり、主張したりするときの根拠として、数値というのは大きな助けとなる。さらに、数値化することによって、データ処理がしやすくなり、様々な考察ができる。数値で表現することの便利さを知り、活用する能力を身につけることは生徒にとって大切なことである。

したがって、本授業のねらいを物事の現象を数値で表現することの便利さを知るとともに、数値を使って考察する能力を育てることとした。

## 3. 実践と結果

## (1) 実践内容

平成15年8月6日、7日(夏休み)に、各務原市の中学生8名を対象として開催された夏期講座で実践を行った。授業の流れは次の通りである。

まず、疲れの程度を他人に伝えるにはどうすればいいかを問う。その後、脈拍数で疲れを表現すると提案する。生徒8人を3グループに

分け、平常時の脈拍数を測り、軽い運動、適度な運動、重い運動の3種類の運動をして、それぞれの運動直後の脈拍数を計測し、比較する。この活動で、運動が重ければ重いほど、運動直後の脈拍数が多いことから、疲れを脈拍数で表現することの妥当性を理解する。

次に、運動をした後、どのくらいの時間があれば平常時の脈拍数まで戻るかを調べる。そして、平常時の脈拍数に戻るまでの時間を短縮するための手段、つまり、疲れをとるための効果的な休憩方法を考え、実験する。そして、さらに効果的な休憩方法がないかどうかを相談し、案を出す。ここまでが一日目の活動である。

二日目は、一日目に相談した方法を実行し、より効果的な休憩方法を探す。

実験が終わった後、パソコンをグループに1つずつ用意し、excelとpower pointの使い方を教える。

一日目と二日目の実験で得た結果をexcelでまとめ、どの休憩方法がよいかを、考察する。

最後に、発表会の場を設け、各班ごとに考察結果をpower pointを用いて発表する。

## (2) 生徒の活動

授業における生徒の活動を紹介する。

## ・3種類の運動

## 1班

軽い運動：100m 走

適度な運動：キャッチボール5分間

重い運動：400m 走

## 2班

軽い運動：すべり台往復5周

適度な運動：あんたがたどこさ

重い運動：ボールあて

## 3班

軽い運動：ストレッチ

適度な運動：すべり台の階段5回往復

重い運動：すべり台のまわり5周

これらの運動をすることによって、重い運動ほど脈拍数が多くなっていくことが理解で

き、疲れを脈拍数にしてもいい、と言える根拠としかかったのだが、2班と3班では適度な運動の方が重い運動より脈拍数が多くなってしまった。しかし、生徒の感想を見ると、適度な運動と重い運動を比べたところ、適度な運動の方がつらかった、とあったので、問題なく授業を進めることができた。

・休憩方法を調べるための運動を一つに決める

1班

階段3往復

2班

あんたがたどこさ

3班

階段3往復

1班と3班が運動を、事前に試した軽い運動、適度な運動、重い運動の中から選ばなかったのは当日の天候が原因である。運動後の脈拍数が平常時の脈拍数まで戻る時間を調べる実験をしているときは、1班は100m走で、3班はすべり台の階段5回往復で実験していたが、午後から雨が降り出し、2班の「あんたがたどこさ」と3班の「ストレッチ」以外はできなくなってしまった。そのため、1班と3班は新しく、屋内でできる運動を考えた。2班は、1班と3班が新しく考えた運動で運動後の脈拍数が平常時の脈拍数に戻る時間を調べる実験をしている間に、先に休憩方法を見つける実験をしたため、他の班より実験回数が多い。

・休憩方法

1日目

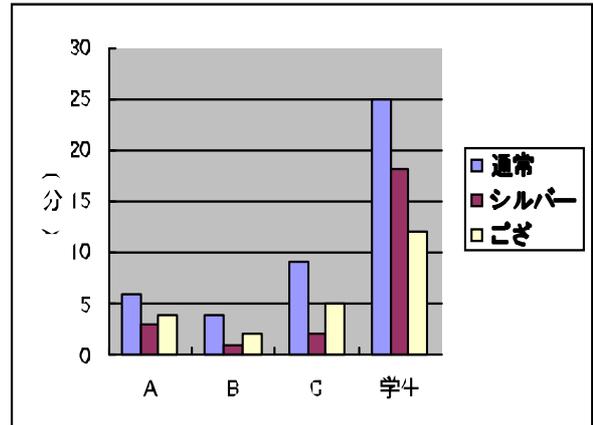
1班

寝る

2班

2種類のシートをひき、寝る

2種類のシートとは、シルバーシートとござである。先述の通り、2班は他の班より実験回数が多いため、1日目から比較ができた。



グラフは、運動後の脈拍数が平常時の脈拍数まで戻る時間を、何もしていないときと、シルバーシートを使ったときと、ござを使ったときの3種類で実験した結果を表したものである。これを見ると、何もしないよりシルバーシートやござを使った方が、早く疲れがとれることが分かるが、生徒にはシルバーシートが効果的だったのに対し、学生にはござの方が効果的であることが分かる。

3班

体を冷やして寝る

1日目は休憩時に用いる道具が少なかったため、どの班もあまり工夫は見られない。この実験が終わったあと、生徒が考え出した、2日目に試したい休憩方法に必要な道具を授業者が用意した。

2日目

1班

1回目

寝ながら下記の4つのことを同時に行う

- ・洗面器に水を入れて足を冷やす
- ・扇風機で上半身を首振りで冷やす
- ・氷まくらを使って頭を冷やす
- ・脈拍は、他の人に測ってもらう

2回目

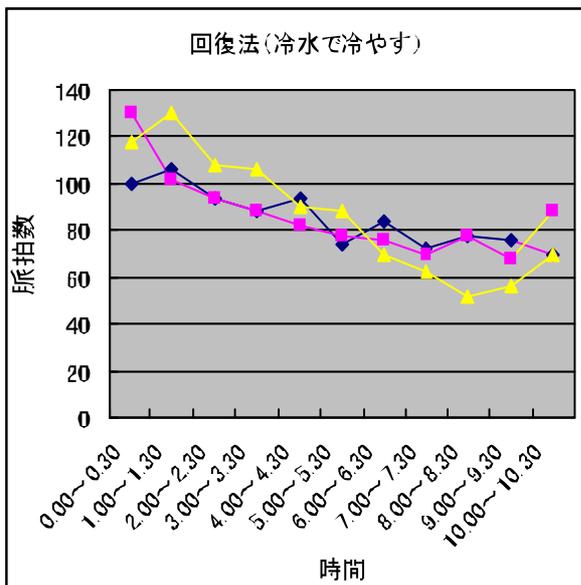
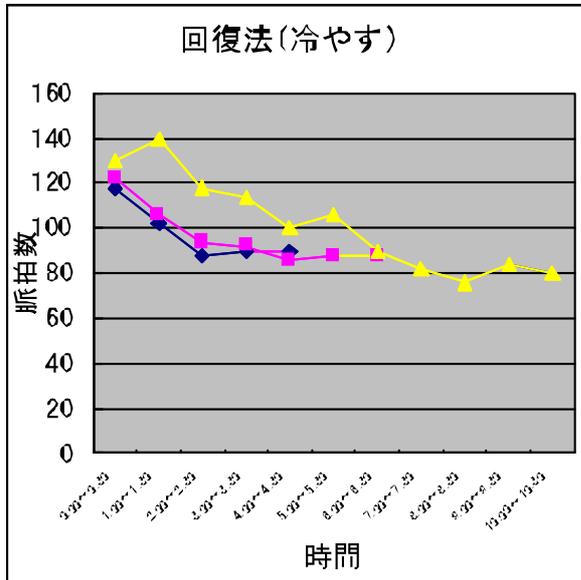
1回目の実験に下記の変更を加える。

- ・洗面器の水に氷を入れる
- ・扇風機の首は振らない

この班の休憩方法で、注目すべきは「脈拍

を他の人に測ってもらう」という点であろう。脈拍を他人に測ってもらうことによって、計測される人は何も考えなくてもよくなるため、リラックスできると考えたのであろう。

この班の1回目と2回目の実験結果をグラフで表す。



2班

1回目

寝ながら下記の6つのことを同時に行う。

- ・首にぬれタオルをまく
- ・おでこに氷の入った袋をあてる
- ・扇風機やうちわで風をあてる

- ・目にぬれタオルをあてる
- ・洗面器に水を入れて足を冷やす
- ・きりふきで水をかける

これら6種類に共通して言えることは、体を冷やすということである。そのため、この班では、この休憩方法を「冷やし」と呼んでいた。

2回目

寝ながら下記の2つのことを同時に行う

- ・音楽CDを聞く
- ・お米で波の音を再現して聞く

「冷やし」とは違い、音を聞いてリラックスする休憩方法である。この班では、この休憩方法を「癒し」と呼んでいた。

3回目

「冷やし」と「癒し」を同時に行う

こちらは班で「冷やす」と「癒す」と休憩方法に名称を付けて実験を行っていたが、「冷やす」と「癒す」、そして「冷やす」と「癒す」を同時に行う、という3つの実験を行った。感覚的には「冷やす」と「癒す」を同時に行うことが一番いいと思われるが、実際に実験して、確かめた。すると、班員のだれもが、一番いい休憩方法が「冷やし」と「癒し」を同時に行う方法ではないことが分かり、驚いていた。何も考えず実験するのではなく、見通しを持って実験を行ったのではないかと考える。

3班

下記の道具を個人個人が好きなように選んで休憩する

- ・氷まくら
- ・水を入れたペットボトル
- ・うちわ
- ・扇風機
- ・ぬれたタオル
- ・風鈴
- ・お茶

この班は、全員違う方法で実験を行った。他人との比較はできないものの、自分でやりたいように実験し、自分にとって一番いい休憩方法は何かを追究する姿が見られた。

## (3) 実践結果, 考察

「疲れ」を「脈拍数」という数値で表現することによって、生徒は「疲れ」という、今まで感覚的にしか表現できなかったものを数値で表現した。このことにより、平常時の脈拍数と同じ脈拍数になれば疲れはとれていると考えてよい、脈拍数の減少速度によって休憩の効果を検討することができる、など何も言わずとも、数値で表現したことによって便利になったことに気付くことができた。さらに、数値を使うことにより、疲れを表やグラフで表すことができるため、生徒たちは二日間実践したことを1つにまとめて、それぞれを比較し、検討することができた。

以上より、ねらいの、「物事の現象を数値で表現することの便利さを知るとともに、数値を使って考察する能力を育てる」ことができたと判断した。

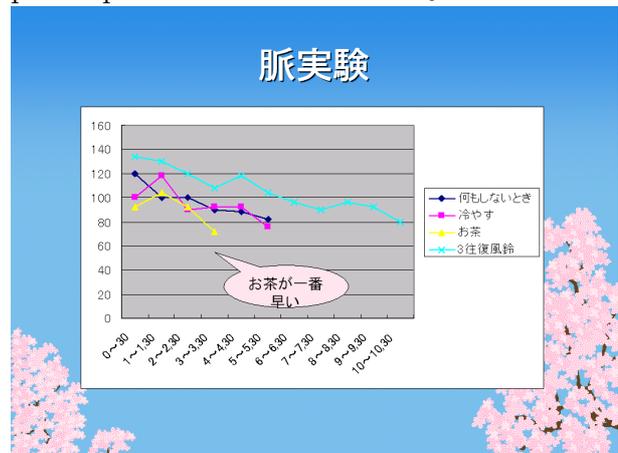
実験中、生徒が休憩しているときに、「もう疲れてないけど全然脈拍数が少なくならない」という意見をよく聞いた。感覚的には疲れていないと思っけていても、脈拍数は依然高いままである。生徒はこの状態に疑問を感じていた。しかし、そもそも疲れる、疲れていないの境界はどこなのか。おそらく、自分が疲れていると思えば疲れている、思わなければ疲れていないと判断するのだろう。今回は、脈拍数が平常時の脈拍数より多ければ疲れていると仮定した。これにより、自分の感覚を頼りに、疲れているか疲れていないかの判断をすることはできなくなった。よって、先ほどの疑問を抱いた生徒は、自分の感覚だけでは判断できないということを理解し始めたと考える。つまり、論理的に物事を考える力、様々な情報から取捨選択して必要な情報だけ取り入れる力も育てることができたと考える。

より良い休憩方法を探す過程で、生徒は様々なアイデアを考え出した。事前に予想していた休憩方法は、寝る、座るといった姿勢の変化や、うちわで扇いだり、扇風機を使うなどの、

体感温度の変化といったものだった。しかし、生徒は風鈴や波の音でもリラックスできると考えたり、他人に脈拍数を測ってもらおうという方法も考えていた。これは、生徒たちが過去に経験したことを思い出したり、どうやったら癒されるかを一生懸命考えた結果、このような休憩方法を探し出すことができたと思う。

今回の講座では、各グループごとの発表に power point を使用した。夏期講座ということで、使用方法を学習する時間を多く確保していたが、一から教えなければならぬので、時間が足りなくなるかもしれないと予測していた。ところが実際には、集中して活動していたためか、使い方を覚えるのが早く、フォントを大きくしたり、アニメーションを使ったりなど、どの班も工夫が見られる発表であった。そこには、分かりやすく発表しようという思いが感じられた。

下図は発表会のときに、ある班が作成した power point の1ページである。



以下に生徒の感想を紹介する。

- ・この二日間は、数学の力をパワーアップするような実験で、とても楽しかったし、おもしろかったこともあったけど、いろいろなことを学ぶことができたので、やって良かったなと思いました。
- ・いろいろな実験ができて楽しかった。それにこういうのが数学に関係あることを初めて知った。

- ・今まで、「疲れ」と「脈」を一緒に考えたことはなかったけど、それで疲れをいやすには、体を冷やすことが効果的なことも分かった。
- ・休憩について今まで考えていなかったけど、冷やすなど日常的なことで使えそうなことがあったから、活用したいと思った。
- ・運動の後とか、いろいろないい経験ができたし、パソコンでのグラフの作り方がよく分かったので楽しかった。

#### 4. 今後の課題

二日間を通して講座を行ってきたが、この講座には、時間がかかりすぎるという欠点があった。運動の時間はさほどかからないが、脈を測る時間がかなり長い。二日間という長い時間を用意してやっと実践ができる講座であるため、気軽にできるものではない。そこで、今回のねらいと同じく、物事の現象を数値で表現することの便利さを知るとともに、数値を使って考察する能力を育てることをねらいとし、しかも短い時間でできる教材を開発し、実践したいと思っている。

導入の部分で、疲れの表現方法についてたずねたとき、生徒はすぐに脈拍数で表現すると答えた。この案をすぐに採用してしまったため、生徒は疲れを表現する方法を他に見つけようとしなかった。そのため、現象の数値化のよさに気付いた生徒が少ないと感じた。脈拍数以外の方法について考えさせるべきだったと反省している。そこで、次の実践では、数値化による便利さにもっと気付くことができるような授業展開を心がけたい。

最後に、授業実践にあたり、多大なご協力をいただいた関係者の皆様に心から感謝いたします。

#### 引用文献

- [1] 井上春奈, 近藤法和, 愛木豊彦, 2002, 00 数理モデルを構成する授業実践, 2002年度数学教育学会春季例会発表論文集, 4-6.
- [2] 近藤法和, 2002, モデリングの考え方を活用する授業のあり方についての一提案, 岐阜数学教育研究, Vol.1, 41-53.