

第61回北海道算数数学教育研究大会

第1分科会（指導法Ⅰ）

日常生活と数学との関わりについて

北海道熊石高等学校

教諭 工藤 大輔

1 はじめに

本校に入学する生徒の多くが、基礎計算力を十分に身に付いていない状況で入学する。そのため、基礎計算の演習や「計算力テスト」と称した、小中学校で学習した計算の確認テストを通して、その養成を行っている。

しかし、生徒からは「数学を学ぶ意味がわからない」、「勉強して何の役に立つのか」といった声が後を絶たない。

数学を学ぶ意義を扱う科目として、「数学基礎」があるが、これ以外としては、「生活の数学」を学校設定科目として設置している学校がある。しかしながら、就職希望者や数学が苦手な生徒を対象とし、基礎計算力の養成や就職試験対策に留まっている現状がある。

我々の日常生活は数学によって支えられていると言っても過言ではない。我々が生活する中で見聞きするものや利用する物の中には、微分積分、対数、平方根といった、高校で扱う数学が使われているものが多い。これらを教材として授業に活かすことで、生徒の興味や関心を持たせることができると私は考える。

2 本校の概要

本校は全日制課程普通科、全校生徒100名、全学年特例2間口である。生徒は八雲町熊石地区、せたな町、乙部町、江差町、今金町、函館市（下宿生）から通学する。

進路希望も多様で、全校生徒の約2割が4年生大学を希望する。ここ数年の傾向として、理工系大学を希望する生徒が増加している。

そのため、進路講習を通して速習を行い、入試に対応する学力を養成している。また、平成18年度入学生より第3学年の選択科目を数学Ⅲとし、理工系に進学する生徒に対応する教育課程を編成した。

本校数学科の教育課程を以下に示す。

表1 本校の教育課程（数学）

	平成16、17年度入学生		平成18年度入学生	
第1学年	数学Ⅰ (4単位・習熟度別)		数学Ⅰ (4単位・習熟度別)	
第2学年	数学Ⅱ (4単位・習熟度別)	数学B (2単位・選択)	数学Ⅱ (4単位・習熟度別)	数学B (2単位・選択)
第3学年	数学A (3単位・クラス別)	数学Ⅱ (3単位・選択)	数学A (3単位・クラス別)	数学Ⅲ (3単位・選択)

3 日常生活と数学の関わり

(1) 教材選定で考慮していること

日常生活と数学の関わりを教材とするにあたり、次の点に考慮し選考している。

ア 日常生活で何気なく目にするもの

生徒が日常生活を送る中で、当たり前のように目にしたり利用したりする物を題材とすることで、関心を持たせる。

イ 日常生活で体験する自然現象

我々がニュースで見聞きしたり、実際に体験する自然現象の中にも高校で扱う数学が活かされている内容がある。自然現象と数学の関連を扱うことで、関心を持たせる。

ウ 生徒の進路への意識

数学は工学や経済学等、多方面で活用されている。これらのことを扱うことで、生徒の今後の進路を考える材料とする。

エ 高校までで扱う数学の内容から大きく逸脱しないこと

高校数学では収まらず、大学で習う数学を使うものもある。この場合、補足説明等を行うが、できるだけ高校で扱う範囲内で収まる内容を選ぶ。

これらの観点から、私がこれまで教材として扱った内容は次のとおりである。

- 1 地震と数学（平方根、対数関数）
- 2 身近にある三角形の構造～トラス構造～（三角形の性質）
- 3 橋の上で車が止まると上下に揺れるのはなぜ？（微分法と積分法）
- 4 単位の昔と今～S I 単位系へ～（随時実施）
- 5 パラボラアンテナと放物線（2次関数、2次曲線）
- 6 三角測量と多角測量（三角比）

本日の発表は時間の都合上、1～3について行う。

(2) 地震と数学（平方根、対数関数）

地震が発生すると、10分以内で震源、震度、マグニチュード、津波の有無が速報として流れる。これらは日本各地に設置されている地震計により観測されたデータを常用対数を用いて計算され、発表される。

本校が位置する八雲町熊石地区は日本海沿岸に面し、昭和59年の日本海中部地震、平成5年の北海道南西沖地震においても被害を受けている地域である。そのため地震、特に津波による被害をいつ受けるか、わからない状況にある。

また、対岸には活火山をもつ渡島大島（松前大島）があり、噴火の際にも津波の被害を受ける可能性がある。

授業では地震がなぜ発生するか、震度やマグニチュードは何を示し、どのように計算されるのか、津波の到達予想の計算で使用する速度はどのように求められるかを扱った。

ア 地震の発生機構

地震は大きく「プレート境界地震」と「直下型地震」に分かれる。

プレート境界地震は地球表面を覆うプレート

(図1)の潜り込みの反動により発生する地震である。そのためプレート境界付近での地震発生が多く、その変位を観測することで地震の予測が可能である。また海底で、ごく浅いところが震源の場合は津波が発生する場合もある。日本は図2のとおり、4枚のプレートにより構成されている。

直下型地震はプレート内部の破損や活断層の発生により起こる地震のことで、比較的大規模な地震が発生する。また、地震発生の予測ができない。



図1 地球表面上のプレート

イ 震度階

震度は地震動の強さを、人体感覚や構造物、自然界への影響の程度から、いくつかの階級で数値化して示したものである。1996年以前は、体感や被害の状況により、震度0から震度7までの8段階で表わされた「体感震度」が使われていたが、1996年以降、地震計による加速度記録から計算する「計測震度」へと移行した。また、当初被害の幅が大きいとされた震度5、震度6はそれぞれ2段階に分割された。



図2 日本におけるプレート

現在気象庁では次の手法で計測震度を求めている。

- 1 デジタル加速度記録3成分（水平動2成分、上下動1成分）のそれぞれに、フーリエ変換・フィルター処理・逆フーリエ変換の手順で、以下に示す特性のフィルターを掛ける。
- 2 得られたフィルター処理済みの記録3成分から、ベクトル波形を合成する。
- 3 ベクトル波形の絶対値がある値 a 以上となる時間の合計を計算したとき、これがちょうど **0.3** 秒となるような a を求める。
- 4 この a から

$$I = 2 \log_{10} a + 0.94$$

により計測震度 I を計算する。

- 5 得られた I を小数第2位で四捨五入し、小数第1位まで求める（計測震度と震度階

表2 震度階と計測震度の関係

階	級	通常発生する現象の例	計測震度
震度	0	人は感じないが地震計には記録される。	0~0.4
震度	1	静止している人や、特に敏感な人が気づく。	0.5~1.4
震度	2	多くの人が感じ、戸や障子がわずかに揺れる。	1.5~2.4
震度	3	家屋が揺れ、器内の水が動く。	2.5~3.4
震度	4	家屋が大きく揺れ、花瓶が倒れる。歩いている人も感じる。	3.5~4.4
震度	5 弱	窓ガラスが割れて落ち、一部の人は行動に支障を感じることもある。	4.5~4.9
震度	5 強	ブロック塀が崩れる。恐怖を感じ、車の運転ができなくなる。	5.0~5.4
震度	6 弱	重い家具が移動・転倒し、多くの人が立っていられなくなる。	5.5~5.9
震度	6 強	這わないと動くことができない。山崩れ、地割れ生じることがある。	6.0~6.4
震度	7	家屋の倒壊が30%以上におよび、断層が生じる。	6.5~

なお、計測震度の式 $I = 2\log_{10}a + 0.94$ は、論理的に導かれた式ではなく、過去の観測データと被害の程度、発表された震度と同程度のものとなるよう勘案された経験式のため、今後の地震研究によっては算定方法が変わる場合がある。

また、実際の波形データは防災科学技術研究所強震ネットワーク（K-NET）のウェブページからユーザー登録をした上で得ることはできるが、 a を計算しなければならない。そのため、授業で扱うときには予め a の値を求めた上で、生徒に提示することになっている。

ウ マグニチュード

地震において、震源から発生したエネルギー量のことをマグニチュードという。また地震の規模を示す尺度としても用いられ、耐震設計などで幅広く用いられている。

日本では地震時の地面の動きから計算する「気象庁マグニチュード M_j 」が用いられるが、海外では実態波マグニチュード m_b 、モーメントマグニチュード M_w 等が用いられている。

気象庁マグニチュードは、地震による変位から算定する変位マグニチュード M_d が採用されるが、変位マグニチュードが定まらない場合は速度マグニチュード M_v が採用される。

$$M_D = \frac{1}{2} \log_{10} (A_n^2 + A_E^2) + D(\Delta, H) + C_d$$

$$M_v = \log_{10} A_z + v(\Delta, H) + C_v$$

この式を使用するためには実際のデータから最大振幅や 関数値、補正係数の決定が必要

となり、生徒にとっては負担となるため、地震エネルギーとマグニチュードの関係式を使用することとし、次の式を紹介する。

$$\log_{10}E = 11.8 + 1.5M$$

E : 地震エネルギー (×10⁻⁷J)

M : マグニチュード

この式は本来、マグニチュードから地震エネルギーを求めるための公式であるが、授業では地震エネルギーを与え、常用対数を用いてマグニチュードを算出する方法としている。

エ 津波

地震による地盤の陥没や隆起が原因で津波が発生する。また、海底や沿岸の火山噴火や地滑りでも発生することもある。

津波は波が押し寄せてから引くまでの時間が長く、また沿岸に近くなるほど波高が高くなるため、甚大な被害を受ける。

津波の速度を求める式を以下に示す。この式と海底の地形や水深から津波の到達予想時刻を算出する。

$$v = \sqrt{gh}$$

v : 津波の速度(m/s)

g : 重力加速度(9.8m/s²)

h : 水深(m)

なお、太平洋（水深平均約4, 000 m）での津波の速度は、ジェット飛行機の運航速度とほぼ変わらない。

(2) 身近にある三角形の構造～トラス構造～

一部の橋梁や体育館の梁、送電鉄塔等では、三角形を単位として組み立てられている構造がある。この構造のことを「トラス構造」という（図3参照）。



図3 トラス構造の例（左：体育館の骨組、中：段ボール 右：上白石橋）

三角形に組むことで、各部材にかかる力が分散され、少ない部材で構造の安定を保つことができる（図4）。また自重も軽く、コンクリート等で補強せずに済むことから、外観は良くないが、軽くて丈夫であり、また経済的である。

トラス構造の考え方を利用した、一番身近な物として、段ボールがある。

同じ紙を重ねると丈夫にはなるが、逆に重くなる。そこで2枚の紙の間に、屏風状に折り曲げた紙を入れ、強度を作っている。

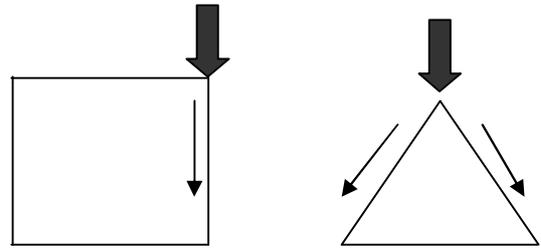


図4 作用する力の違い

(3) 橋の上で車が止まると上下に揺れるのはなぜ？（微分法と積分法）

自動車や自転車に乗っていて、橋の上で停車したときに、振動を感じることもある。これは、橋自体が車から力を受け、桁そのものが沈むことにより生じるもので、この変位をたわみという（図5）。なお、たわみについては、理工系への進学を考えてる生徒が多く受講している3年選択の授業で扱っている。

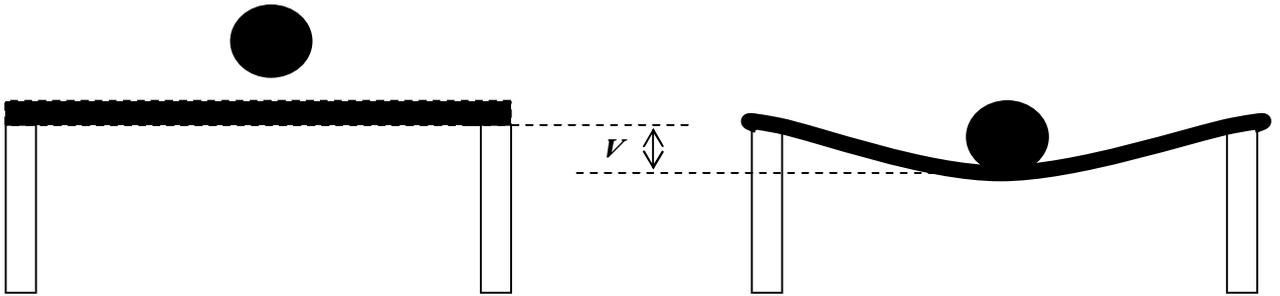
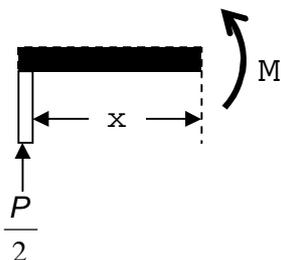
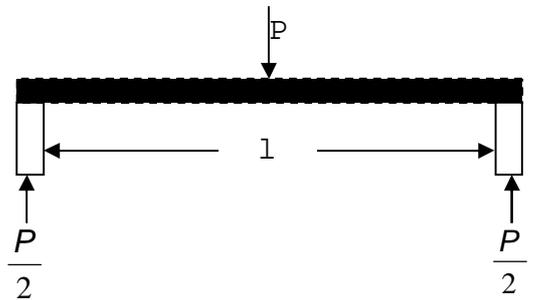


図5 たわみ（物体が乗ると、支えている板が沈む）

このたわみ v を求めるためには、その桁の剛性や形状、物体を乗せたときに起こるモーメントから求めるが、2回積分し、たわみが生じない点での変位から積分定数を決定する方法が用いられる。その計算過程を授業で扱った。

いま、桁の中心に $P(N)$ の力がかかるとする。このとき、鉛直方向の力の釣り合いから、各支点の鉛直方向の力はそれぞれ、 $\frac{P}{2}(N)$ となる。



そこで、左側の支点から x の距離にある点でのモーメントの釣り合いを考えると、

$$M - \frac{P}{2} \times x = 0 \quad M = \frac{P}{2} x$$

ここで、たわみ量を v とすると、部材内に働く応力やひずみの関係から、次式のように表わされる。

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = -\frac{M}{EI} \quad \dots \textcircled{1}$$

v : たわみ量

E : 弾性係数

I : 断面 2 次モーメント

なお、弾性係数 E については理科年表に、 I についてはその形により異なる。代表的な断面における断面 2 次モーメントを次に示す。

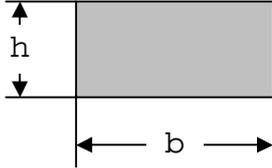
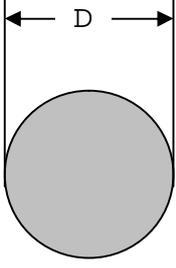
<p>長方形断面</p> 	$I = \frac{bh^3}{12}$
<p>円形断面</p> 	$I = \frac{D^4}{64}$

図 6 断面 2 次モーメントの公式

①を 2 回積分することで、たわみ量が求められる。なお、積分定数の決定は、 $x=0, l$ のとき $v=0$ となることで決定する。

なお、たわみ v の最大値は、 $x = \frac{l}{2}$ のときで、このときの v_{\max} は次の通りとなる。

$$v_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

なお、弾性係数や外力などを与え、この式からたわみ量を求めさせるだけでも、計算力が試されるものとなる。

4 生活の数学をどのように扱うか

(1) 「生活の数学」は数学ⅠAⅡBⅢCで扱う必要がある。

現在学んでいることが実生活においてどのような役割や功績を残しているかを扱うためには、数学基礎だけでは不十分と考える。なぜ学ぶのか、何に役立っているのかを生徒に示すためには、1つの章が終わる、もしくはその途中で扱うことが効果的であると考ええる。

(2) 他教科との連携が必要である。

生活の数学の中には科学的なものや、歴史的な背景も含まれることがある。そのため、理科、国語科、社会科など他教科と連携し、授業を展開すると効果的であると考ええる。

(3) 多くの分野から教材を得ることが必要である。

今回は土木工学の観点から高校生でも扱える教材を紹介したが、経済学等、数学を利用する学問が多くある。多方面から生活の数学となる教材を収集し、授業に活かす必要があると考える。そのためには「数学のいずみ」等の教材データベースの活用が考えられる。

(4) 生徒の進路意識の向上につながる話題提供

本校で理工系への進学希望者が多くなった要因として、生活の数学を授業で扱ったことが考えられる。このことから、実生活との関連を扱うことで今後の進路へ結びつけるきっかけをつくることが可能であると考ええる。

参考文献

大原資生，最新耐震工学第5版，森北出版，2000

石井一郎他，最新測量学，森北出版，1999

崎元達郎，構造力学 [上]，森北出版，1991

大橋，村田他，高等学校の教育のあり方，日本数学教育学会誌第87巻第5号，2005