

測ることと量の表現

～物理量＝数値×単位～

PROFILE

田口 哲 たぐち さとし (北海道教育大学教授(札幌校))

1968年北海道生まれ。

北海道教育大学卒業。北海道大学大学院理学研究科修士課程・同大学院地球環境科学研究科博士課程修了。博士(地球環境科学)。北海道教育大学講師、准教授を経て2011年より現職。

専門は物理化学、化学教育。著書に「理科教育学－教師とこれから教師になる人のために－」(東京教学社)、「解説実験書 新しい北海道の理科」(北海道教育大学)。



① 中学校理科での量の測定

中学校理科第1分野の授業は、何らかの物理量を実験で測定することを中心に進められます。例えば1年生では、物質の質量と体積を測定して密度を求めたり、ばねばかりを使って力の大きさを求めたりします。

この際、電子天秤に表示されたデジタルの数値を読み取ったり、ばねばかりの目盛りの数値を読み取ったりしますが、「量を測定している」という意識は希薄になります。さらに、



「未来へひろがるサイエンス1」p.130

中学校学習指導要領の「理科の目標及び内容」を見ても「測ることそのものに焦点を当てた記述は見られません。しかし「測ること」と「単位を含む物理量の表現」には密接な関係があります。物理や化学で行われる計算を、形式的な操作に終わらせず「実感を伴った理解」につなげるには、これらの理解が欠かせないので¹⁾。

平成27年度全国学力・学習状況調査(小学校理科・算数・中学校理科)の結果を見ると、量が関わる問題の正答率は低い傾向にあります。また、物理量の一つである圧力は中学生にとって理解が難しい量の一つで、その理解には単位を意識させた指導が必要だとする研究結果²⁾もあります。こういった状況を踏まえると、中学校の早い段階で「測るとは」「量とは」といった指導を理科の日々の授業で改めて行う必要があると思われます。

② 測定と物理量

実は、量の測定の原理を最初に直接的に学ぶのは理科ではなく小学校の算数です。現行の小学校学習指導要領(算数)には「量と測定」という領域が設定されており、そのねらいとして「身の回りにある様々な量の単位と測定について理解し、実際に測定できるようにするとともに、量の大きさについての感覚を豊かにする」と解説されています。例えば小学校1年で、机の天板の縦の長さと横の長さを、鉛筆の長さを基準として(鉛筆いくつ分の長さがあるかを)測定する活動が行われます。小学校2年の教科書では、いろいろなもの長さをクリップ

や1円玉などを使って調べる活動のあと、長さの単位cmが導入されています。



「わくわく算数2上」p.31

物理量の測定とは、それと同一の次元(量の種類)を持つ基準の物理量との比(の数値)、

$$\text{測定対象の物理量} / \text{基準の物理量} = \text{数値}$$

を求める操作です。例示した小学校算数での長さの測定も、この比の数値を求めていくことに他なりません。この基準を物理量の単位といいます。単位は、原理的には、測定対象の量と同じ次元を持っていれば何でもよいのですが、それでは人により単位(基準)がまちまちになり量の比較が困難です。そこで国際度量衡委員会は、世界で統一的に通用する国際単位系(SI)を1960年に採択し、7つの基本単位を定めました。

ここで上式の両辺に基準の物理量(単位)をかけると

$$(\text{測定対象の物理量} = \text{数値} \times \text{単位})$$

と変形できます。つまり測定の原理に基づいて、物理量は数値と単位の積で表さねばならないのです。ある物体の質量を「5 kg」と表記するのは(SIでは数値と単位の間に×を意味する空白を入れる約束があります)、5という数の傍に単にkgを添えているではありません。その質量はkg(国際キログラム原器の質量)の5倍、すなわち「5×kg」であることを物理量の測定原理に従って表現しているのです。

③ 物理量を意識した指導を

このように「物理量=数値×単位」の表現は測定の原理に基づいていますが、理科の授業や日常生活ではなかなか意識し難いものです。例外的に上皿天秤は、分銅の質量と目に見える形で比較し(国際キログラム原器の

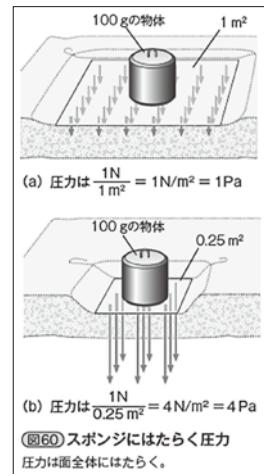
質量kgと間接的に比較し)測定対象の質量を求めますので、測定原理を意識しやすい測定器具です。一度は上皿天秤での質量測定を体験させた方がよいでしょう。

物理量の計算には注意が必要です。物理量の加減乗除でも、物理量は数値と単位の積として(単位をつけて)計算する必要があります。例えば、長方形の辺の長さが $a=5.0\text{ m}$ 、 $b=2.0\text{ m}$ である場合、その面積は

$$ab=5.0\text{ m} \times 2.0\text{ m}=10\text{ m}^2$$

と表現します。中学校理科の教科書でも、計算式中の物理量は一貫して数値と単位の積として表現されています(右図)。

なお算数では、主に数を扱う教科の特性上、量に関する計算(例:道のり=速さ×時間)では量から数値を取り出して数値のみで計算し、計算結果の数値に単



式中で単位つきの物理量(「未来へひろがるサイエンス1」p.219)

位を添える方法をとっています。この方法に生徒は慣れていますので、教師からの意図的な働きかけがなければ、「物理量=数値×単位」を意識した計算を身に付けるのは困難でしょう。「単位とは」「量とは」が教科書巻末の資料で解説されています。早い段階で活用して中学校理科で量について改めて指導する必要があると思います。

● 単位のしくみ

単位とは、測定するときの基準となるもので、その何倍かで測定するものの大ささを表すことができる。

例えば、長さをはかるときは、1mのものさしを使って、長さがその24倍の物体の長さは2.4mであると表す。この場合、2.4mは、 $2.4 \times 1\text{ m}$ の意味である(図3)。

このように、「単位の何倍かを表す数値」×「単位」で表したもの

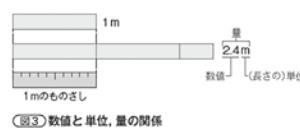
を量といいます。

単位には、世界中で共通に使うしくみ(国際単位系)が決められています。そこには、基本となるいくつかの単位(基本単位)がある(表1)。

表1 基本単位		
量	名前	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
温度	ケルビン	K

● 分は min、時は h で表す。

● 温度にはセルシウス温度(記号°C)とよばれるものもあり、中学校ではこれを使う。



「単位のしくみ」の巻末資料(「未来へひろがるサイエンス1」p.254)

引用・参考文献

- 森川鉄朗、室谷利夫、上越教育大学研究紀要、19(1)67 (1999)
- 石井俊行、科学教育研究、39(1)42 (2015)