

9 1 光年ってどれだけ？ー長い長い距離を考えるー

中学校理科の学習には、結構大きな数が登場する。

「地球から月までの距離は 38 万 4000km もあるのです」

「太陽までの距離は 1 億 5000 万 km もあります」

しかし、最近の生徒はこれを一向に大きな数とは感じてくれない。そこで、月までの距離 38 万 4000km を、こんなふうに説明してみた。

地球から月までの距離は、38 万 4000km です。それはどのくらいの遠さでしょうか。月までの高速道路ができたとして、自動車ではどのくらいかかるのか考えてみましょう。時速 100km で 1 日に 8 時間走るとどうでしょうか。

1 日に 800km です。では、何日になるのでしょうか。480 日になります。休みの日なんてとらずに、来る日も来る日も 1 日 8 時間走りつづけて、1 年 4 か月かかるのです。ガソリンはどれだけいるでしょう。1?で 10km 走れるとすると 38400?です。大型のタンクローリーが積んでいるのは 10000?です。およそ 4 台分いることになります。でも、このタンクローリーの燃料はどうなるのでしょうか。使ってはいけません。1 台の乗用車でタンクローリー 4 台を引っ張っていかなくてはなりません。タイヤだって必要です。それもタンクローリーの分やタイヤを運ぶトラックの分も要ります。自分の車とタンクローリーだけを考えても 数 100 本になります。これを積む車は何台になるのでしょうか。このタイヤを積んだ車のタイヤは減らずガソリンは不要、食事はしない、水も飲まないとしてもたいへんな旅行になります。地球から月までの距離、38 万 4000km というのは、そんな途方もない距離なのです。

それでも、なかなかピンと来ない大きさである。

宇宙空間では「億」といった大きな数がいとも簡単に登場する。数億光年も離れたところにある小宇宙（銀河系外星雲）までの距離はさておくとしても、私たちの地球から最も近くにある恒星ケンタウルス座の α 星までの距離でさえ 4.3 光年なのである。

この距離をとらえさせるために、生徒に 1 光年の長さを考えさせてみる。中学校第 1 学年の彼等は、教科書から 1 光年 = 9 兆 5000 億 km という式を見つけ出し、「ウー、遠いなあ」と感嘆するが、果たしてどの程度に考えているのだろうか。

なにしろ、世間に流通する数がやたらと大きくなっている。私たちが子どものころは考えつきもしなかった大きな数が、満ちあふれている世の中、新聞にも何千億円や 1 億の 10000 倍である 1 兆などが並んでいる。こんな中で、生徒は「億」をいったいどんな数だと考えているのだろうか。

私は、こうした場面で、

「1 億個あるものを数えるのには、どれくらいの時間がかかるだろう」と問いかけてみた。そうすると、

「長い時間がかかるだろうな」

という答えが返ってくる。実は、その長い時間が問題なのである。そこで、次のような順序で考えてみた。

教師「1 秒間に 1 つずつ数えることにする」

生徒「ずいぶんゆっくりだね」

教師「いやいや、初めのうちはいいが、そうでもないよ」

生徒「？」

教師「56342, 56343, 56344, このあたりはまだいい。終わりごろ

になると、98645837, 98645838, えーっと次は 98645839, こんなふう
に数えていくのはなかなか大変だよ」

教師「1 分間では？」

生徒「60 です」

教師「1 時間では？, 1 日に8 時間がんばると？」

生徒「3600 です。 28800 です」

教師「1 年間の登校日全部ではどうなる。ただし, 半日授業はなし。
土曜日も1 日中だよ (学校週5 日制施行前のことである)」

生徒「6912000」

教師「1 億になるのはいつですか」

生徒「 $100000000 \div 6912000$ ですから。14 年半後になります」

これが、1 億という数である。1 km の1 億倍という長い距離、これを 95000 個つないだもの、それが1 光年という距離である。そして、最も近い星がこの 4.3 倍のところにある。数億光年離れた小宇宙、いったいどこにあるんだろう。長い長い距離を理解することはほんとうに難しいことである。しかし、大きいということを実感させるために「億」という数をしっかりと考えさせておきたいものである。

こんな手だてをしないで、授業の中で聞いてみると、「一」「十」「百」「千」「万」「十万」「百万」「千万」の続きにいとも簡単に「億」が出てくる。中には、この続きをとうとうと述べる者もいる。104 倍という大きさも十分には理解しないまま、「兆」「京」「垓」「杼」と続けてくれる。さすが、このあとは続かないようであるが、「穰」「溝」「澗」「正」「載」「極」がある。さらに、わが国最初の算術書である塵劫記(寛永4年・吉田光由著)には、このあとが、108 ごとに「恒河沙」「阿僧祇」「那由他」「不可思議」「無量大数」とあげられていて、最後の「無量大数」は、なんと、1 億の1 億倍の1 億倍の1 億倍の1 億

倍の1億倍の1億倍の1億倍の1億倍の1億倍の1億倍ということになるのである。

こんな大きな数は不必要である。しかし、億や兆の大きさを認識しておくことは、宇宙を理解し、原子の世界、素粒子の世界を理解していくためにも大切なことである。理科の中でも、少し時間を取って、こうした大きい数について考えさせてみたい。

なお、こうした数詞については、昭和61年1月11日付け朝日新聞の天声人語に次のような文章がある。

.....

証券業界はあと数年のうちに、兆という単位では足りなくなって、京(けい)という数詞を使う必要が出てくるそうだ。京は兆の1万倍で、1の次にゼロが16も並ぶ。とてつもなく大きい数という感じがする▼日本語の数詞は、万のあと4けたごとに変わる。戦前はこれに合わせてコンマを打った。戦後はコンマも欧米流の3けたになったが、いまだに「どうもなじめない」とこぼす人がいる。3けたコンマがどんなに普及しても、経済書などで325百万円といった表記にお目にかかるのと、とまどいを覚える▼横に並んだ算用数字を、ひと目で読みとれるのは4けたか5けたまで、という話を聞いた。それ以上は下から順に数えないとわからない。デパートで宝石や毛皮に見とれて、気がついたら値段をひとけた間違えていた、ということはありませんか▼数詞には諸説があるが、京よりもっと大きい方では、垓(がい)があり、恒河沙(ごうがしゃ)というものもある。もとは「ガンジス川の砂」の意味だということから、なるほどと合点がいく▼さらに那由他、不可思議ときて、無量大数は実に10の68乗である。これには10の88乗とかいろいろな解釈があって、さすがにここまでくると銀河的規模でつかみどころがない▼小さい数の方は、1の下に分、厘、毛に次いで糸、

忽(こつ), 微, 織, 沙, 塵(じん), 埃(あい) といかにもミクロの世界にふさわしい。そして糶糊(もこ), 逡巡(しゅんじゅん), 刹那(せつな)などをへて虚, 空でも終わらず, 清, 浄に至る。もう澄みきって何もないという感じだ▼これらの数詞は, 仏様の慈悲の廣大無辺なことや仏教の世界観を説くのに使われたりした。ここまで徹底して数の単位を追究した人たちの思考能力はすごいものだと思う。それにしても, 京のような大きい数字がまさか現実の世界で使われるようになるうとは, 昔の天才たちも想像しなかったに違いない。

※ 小さい方の数詞の一部が省略されているので次にあげておく。

分(ぶ), 厘(りん), 毛(もう), 糸(し), 忽(こつ), 微(び), 織(せん), 沙(しゃ), 塵(じん), 埃(あい), 渺(びょう), 漠(ぼく), 糶糊(もこ), 逡巡(しゅんじゅん), 須臾(しゅゆ), 瞬息(しゅんそく), 彈指(だんし), 刹那(せつな), 六徳(りつとく), 虚(きょ), 空(くう), 清(せい), 浄(じょう)

.....
1億の大きさを理解させることは, 昭和40年ごろに中学校の理科の時間にやっていたが, 平成6年3月, 生駒市立生駒小学校6年生を対象にした授業でも取り上げている。

このときの授業では, 「無量大数」に到達したあと,
「大昔に, こんなに大きな数のことを考えてきた人間の力に感動させられること」

「0から9までの数字だけで, こんなに大きな数を表現できる方法を考え出した人間の智慧の素晴らしさ」

で学習を締めくくった。

間もなく卒業し, 中学校に行く児童が,
「うーん。すごい。数学って奥深いんだな。ちょっと考えてみるか」

などと興味を持ってくれたらうれしいと思ったものである。

※ コールピュアランド理科のお話 5

私は、奈良市にある九条山浄教寺の檀家である。この寺にはコーラウのグループ「コールピュアランド」があり、誘われて入会することになった。

月に1度の練習、昔懐かしい童謡、新しい歌のほか、ここでは仏教の歌も歌う。

歌に出てきた「七つの海」や「コスモスの花」の話から、ときどき理科のお話をさせてもらうことになった。

その1つに「1億、そしは、大きな大きな数」がある。このときは、この項に書いたような話をし、最後を次のように締めくくった。

1億ってとても大きな数だということをお分かりいただけたでしょうか。ところで、仏説阿弥陀経に何度も出てくる「恒河沙数諸仏」は「ガンジス河の砂粒の数ほどのたくさんの仏様」ということです。この「恒河沙」も万や億と同じように数の大きさを表す言葉です。では「恒河沙」はどんな数でしょう。

1億の1万倍が「兆」です。その1万倍が「京」、この後は1万倍ごとに「垓」「杼」「穰」「溝」「澗」「正」「載」「極」と続きます。ここから先は1億倍ごとになっていて、「恒河沙」「阿僧祇」「那由他」「不可思議」「無量大数」と続きます。だから恒河沙数の仏様というのは、1億の1億倍の1億倍の1億倍の1億倍の1億倍の1億倍の仏様ということになります。これだけの仏様が、東方世界、南方世界、西方世界、北方世界、下方世界、上方世界にもおられるというのです。そんなことをお考えになったお釈迦様はすごいと、私は思います。

法名 釋教秀・俗名 竹中 良行