

地上から
ソラくんまで
のきより



ここがさっきマシンがいたところだよ
地上から 1 キロ上空だ



雲モ タクサン
ミエマスネー

さあ ここからさらに
100 倍はなれてみよう

あれ？ パパが
ぼやけて見える



だいじょうぶ だいじょうぶ

なるほど
物理
教室

雲が白いのはなぜ？

雲は水や氷の粒の集まりで、その大きさは、目に見える光の波長と同じくらいか、もう少し大きくなります。この大きさの場合、どの色の光も同じように散乱するので、すべての色が目にはいってきて、白に見えるのです。

いっぽう、雨雲が灰色なのは、太陽があつい雲におおわれて目にとどく光の量がへるため暗く見えるからです。



地上から
ソラくんまで
のきより



←1,000,000,000,000,0

00,000 km →



前のきより
1京km × 100倍 = 100京km

銀河系が見えたね！

地球から光の速さで

10万年かかるきよりだよ

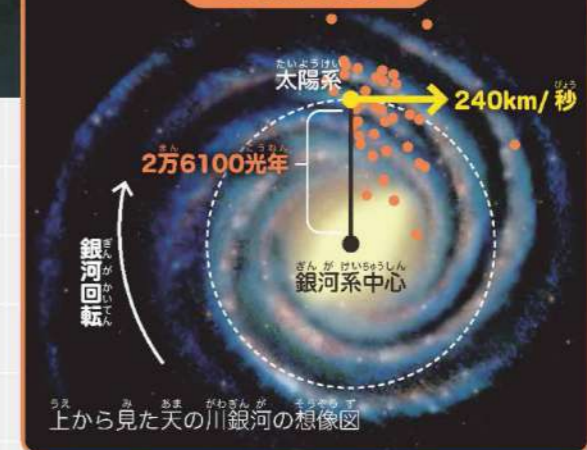
うっわー すごい！
星がうずをまいてるね
どうしてなの？



太陽系は
このあたり

地球のある太陽系は
このうずまきのはしこのほうにある
ここからだと砂つぶより小さいから
見えないけれど もし見えるとしたら
10万年前の地球を見ていることになるんだ
ちょうど人類の祖先があらわれたころだよ

銀河系の構造



©国立天文台



銀河がうずをまいているのはなぜ？

太陽系の惑星が太陽のまわりで同じ面をまわっているのと同じくみで、わたしたちのいる銀河系（天の川銀河）も回転していて、円盤型になったと考えられています。しかし、銀河にもいろいろな種類があって、どのようにしてつくられたのか、まだまだわかってい

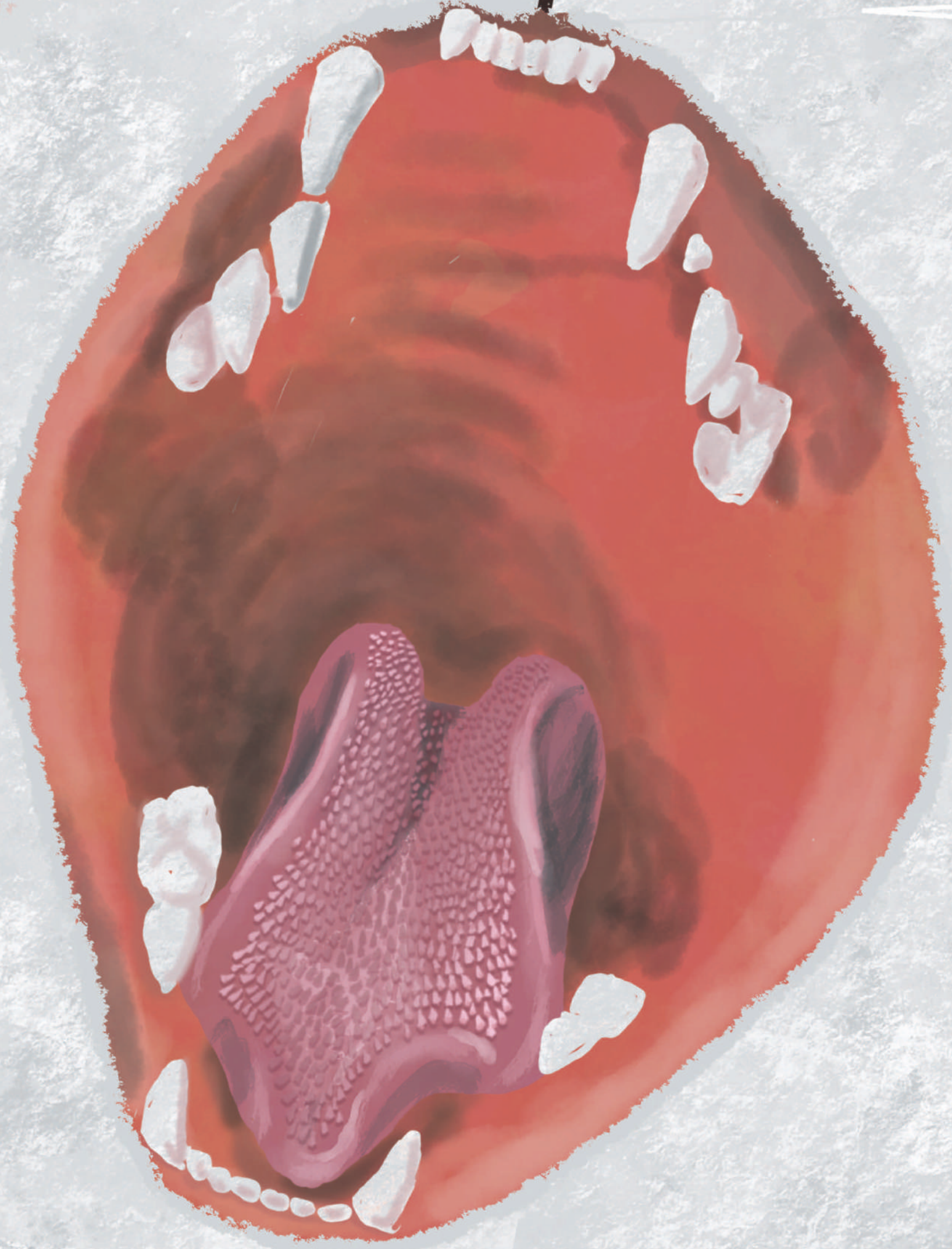
ないことが多いのです。銀河の回転は、太陽系の惑星の公転とはちがっています。太陽系の惑星は遠い星ほど公転のスピードはおそくなりますが、天の川銀河のようなうずまき銀河では、中心からはなれても回転のスピードはおそくなりません。

このことは、目に見える星だけでは説明できません。そのため、銀河の周りには、光らないので望遠鏡では見えないけれど、質量をもつ暗黒物質（ダークマター）が存在し、回転のスピードに影響をあたえていると考えられています。

よし！ いまだ！
ヤクモ ミケの口の中に
とびこむんだ！



リョウカイ デス！



1/10,000,000,000の世界



$2\text{nm} \times 1/10 = 0.2\text{nm} = 200\text{pm}$

わあ、つぶつぶがいっぱい！
これはなに？



水のつぶだよ

こうしたつぶを分子っていうんだ

ここまで小さくなると水もつぶに見えるんだよ

分子はいくつかの原子がくっついてできているんだ

水の分子は 酸素原子1つと水素原子2つから

できているんだよ

やるほど
物理
教室

コップの水を海に流したら？

コップに入れた水 300mL を海に流したとします。それから、地球上の海水をしたらはしまで全部かきまぜます。そして、もう一回、コップで海水を 300mL すくいます。さて、もとのコップにあった水の分子は何個くらい入っているのでしょうか？

海は広いですね。それを全部かきまぜ

たわけですから、同じ水分子が入るなんてありえないと思いませんか？ でも計算すると、なんと 2000 個以上も入るのです！これは、300mL の水には、水の分子が約 10 予 (= 10 万垓 = 10,000,000,000,000,000,000,000,000) 個もあるからなのです。



もっと小さくなって
原子を見てみよう！

さらに
10分の1だ！





？ ビックバン宇宙

救急車が近づいてくるときとはなれていくときではサイレンの音がちがって聞こえますね。救急車が近づいてくるときは高い音に、遠ざかるときは低い音に聞こえます。これは、遠ざかるときは音の波長が長くのび、近づくときには短くちぢむからです。これを音のドップラー効果といいます。

同じことが光でもおきます。銀河からの光を観測すると、遠い銀河ほど光の波長が長く

のびていることがわかります。これは宇宙の全体で、銀河どうしが遠ざかっていること、つまり、宇宙が今も広がっていることをしめします。広がっている宇宙は、時間をさかのぼって考えると、宇宙がはじめは小さかったことを意味します。

小さかった宇宙がビックバンとよばれる大爆発で始まり、今も大きくなりつづけています。これは、おとぎ話やSFではなくて、宇宙観測からたしかめられているのです。

？ 宇宙の果ては ミクロの入り口

遠くを見ること=過去を見ること

この本の最初に登場するコスモボールは、ビックバン宇宙の模型です。模型であるコスモボールは、目に見える小さな点であらわされていますが、実際の宇宙の始まりは、目にも見えない、大きさもわからないくらい小さな粒だったと考えられています。そして、コスモボールは膨張しますが、それは宇宙の膨張をあらわしています。

宇宙が膨張していることは、「遠いところを見る」=「過去を見る」ことを意味します。宇宙が小さかったときに近くにあった場所は、膨張した宇宙では遠くはなれた場所になります。遠くの場所を調べるといのは過去を調べるといことになるのです。

ソラくんとパパは、実際の宇宙がコスモボールのようになっているかをたしかめるために、宇宙へ旅立ちました。そして、地球からどんどんはなれた世界を見てきました。つまり、どんどん過去にさかのぼっていったのです。



校庭がどんどん広がっていったら、どうやってきよりを測る？

光には速さがある

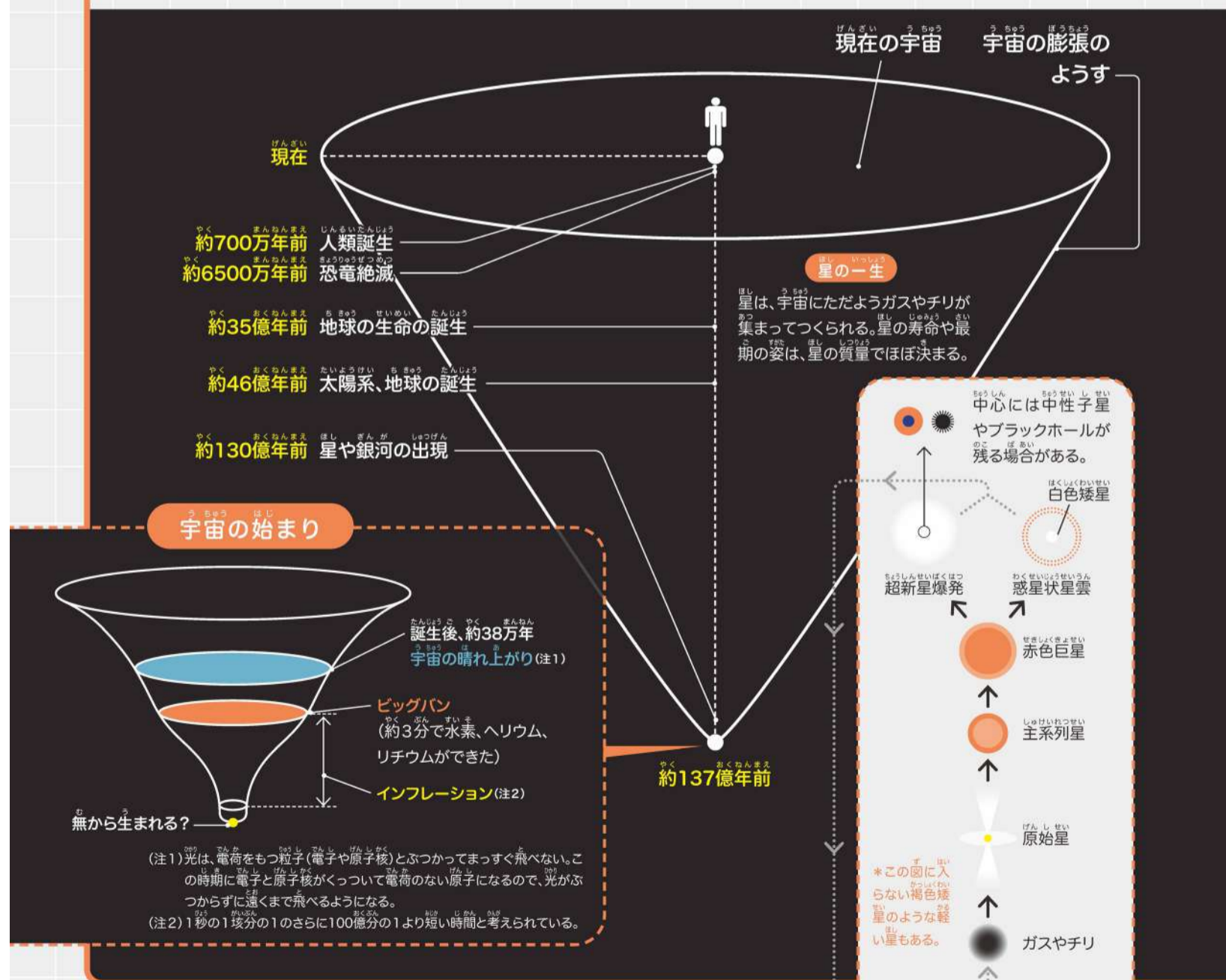
わたしたちは、目で見た世界が「現実の世界」そのものだと考えます。たとえば、星座、夏のたてしほの3つの星は、今、その三角形の頂点の位置に、それぞれ存在して輝いていると考えるでしょう。光の速さが無限大だったら、たしかにそのとおりです。

しかし、光の速さは秒速約30万kmで、無限大ではありません。この速さは、1秒間に地球を7周半もするので、新幹線や飛行機よりはるかに速く、わたしたちの感覚でいうと無限大だと思ってもいいような気がします。しかし、宇宙規模でみると決してそんなに速くないことは物語の中で見てきたとおりです。太陽の次に近い恒星までは光の速さで4年以上もかかりますし、天の川銀河の直径を横切るだけで約10万年もかかってしまいます。

だから、わたしたちが見ている夏のたてしほの3つの星は、「別々の時刻」に3つの星から放出された3つの光が、「たまたま」今の地球のわたしたちの目に「同じ時刻」に飛

宇宙のきよりの測り方

じつは、遠い銀河までなど、宇宙空間できよりを測るのはすごくむずかしいのです。それは、宇宙誕生のビックバンから、今も宇宙が膨張しつづけているためです。学校の校門から校舎までのきよりを測ることを考えてみてください。巻き尺で測ることはできますね。同じようにしたらいいじゃないかと思われるでしょう。



宇宙の始まり

誕生後、約38万年
宇宙の晴れ上がり(注1)

ビックバン
(約3分で水素、ヘリウム、リチウムができた)

インフレーション(注2)

無から生まれる?

(注1) 光は、電荷をもつ粒子(電子や原子核)とぶつかってまっすぐ飛べない、この時期に電子と原子核がくっついて電荷のない原子になるので、光がぶつからずに遠くまで飛べるようになる。

(注2) 1秒の1秒分の1のさらに100倍分の1より短い時間と考えられている。