

冬 至

1. 江戸時代にタイムスリップ

一日の中で太陽高度がもっとも高くなる瞬間を南中(このとき、太陽は真南にある)といいますが、クリスマスの頃、一年の中で南中した太陽の高度がもっとも低くなる日があります。これが冬至です。

来月22日は冬至。一年で一番夜の長い日です。もし、あなたが江戸時代にタイムスリップをしたら、どうやって冬至の日を知ることができるでしょう？

2. 圭表(けいひょう)

冬至は、南中高度がもっとも低い日です。江戸時代の人(中国の人)は、その日を知るために、圭表というものを使いました。先月22日まで企画展「渋川春海と江戸時代の天文学」でアトリウムに展示されていたものです。



写真1 手前が圭表。その奥は象限儀。

圭表は、柱のようなものが立っていて、地上には物差しのように目盛りが振ってあります。つまり、影の長さを測る単純な道具です。太陽高度が高くな

ればなるほど、圭表の影の長さは短くなります。一日の中で影が一番短くなった瞬間に、長さを測っておきます。これを毎日やって、その値が一番大きい日がずばり、冬至の日です。すばらしい。ブラボー。問題解決です！

と、思いましたが、実際やってみるとそう甘くないはずです。江戸時代のあなたは、正確な時計を持ってません。太陽がいつ南中したと分かるのでしょうか？ 昼時、ずっと影の長さを測り、その日の一番短くなった瞬間の長さを記録しなければなりません。これを毎日繰り返す訳ですが、雲ったらどうするのでしょうか？ 雨が降ったらどうなるのでしょうか。来年を待たなければならないのでしょうか？

3. 天文学は数学だ

江戸時代の「授時曆儀」という本に次のような問題があるそうです。「高さ8尺の圭表で南中の影の長さを測ると、11月14日は79.4855尺、11月21日は

79.5410尺、11月22日は79.4550尺であった。冬至はいつか?」みなさんは、この問題を解けますか?ちなみに冬至がクリスマスの頃でなく、11月なのは、旧暦だからです。

この文章を読んで中学生以下の人が、この問題を解けたら、素晴らしいです。高校に行かないと習わない数学を使うからです。高校生でも、解けたら素晴らしいです。一点だけ、大学で習う知識を使うからです。

横軸 x を日にち、縦軸 y を影の長さにし、グラフを書きます。この問題は、 $y=f(x)$ が極大になる日を求めなさい、という問題になります。 $y=f(x)$ の関数形がどんなものかわからなければ、この問題は解けません。おそらく、サインやコサインの入った複雑な関数になるのだらうと思います。地球の軌道は楕円ですから、ひょっとしたら三角関数だけでは表せないものかもしれません。

でも、正確な関数の形を知る必要はないのです。極大付近の関数は、どんな関数でも2次関数で近似できるのです。それは、とてもいい近似になることを大学で習います。ここでは、その結果だけ使しましょう。

$y=ax^2+bx+c$ の極大を求める問題です。高校生(3年生)の皆さんならお手のもので、きっと社会人より得意だと思います。ここでの未知数は a, b, c の3つ。観測点が3つあるから、3本の連立方程式を解いて a, b, c を求め、関数形を決定して極大、つまり冬至の日が求まるという寸法です。

4. は数と365.2422

上の問題では、端数が出ます。実は、冬至の日とは地球が冬至点を通過する瞬間を含む日だったのです。毎年、毎年、上の問題を解いて、は数を記録していきます。そこから1年の長さを計算する方法を考えてください。観測値は6ケタの数値です。現在知られている、365.2422日という7ケタの数字は難しいのかもしれませんが、そこに迫れるのではないかと思います。

5. 参考図書

冬至の日を求める問題は、「江戸の天才数学者」鳴海風(新潮選書)から取りました。この本では本文と少し違う解き方をしています。和算(江戸時代の数学)はどこかギリシャ数学に似ているなあと思いました。

大倉 宏(科学館学芸員)

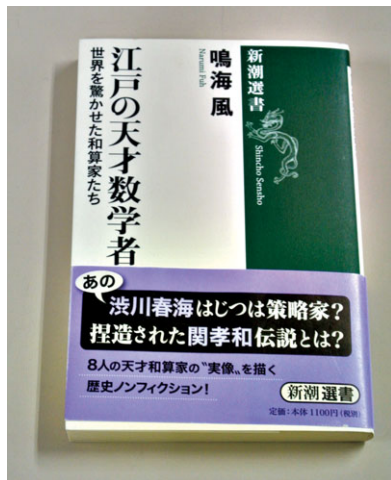


写真2 「江戸の天才数学者」