

祖冲之との出会い

京都情報大学院大学 作花一志



2007年夏、出張先の天津科技大学の構内で左のような胸像に出会いました。「祖冲之ってどこかで聞いたことがあるな?」と思い調べてみると1500年前、南北朝時代の数学者で、円周率を詳しく計算したことで有名な人です(430-501)。円の周囲の長さ/直径は3.14159265...とどこまでも不規則に続く数であることは今日誰もが知っていますが、その算出には紀元前からの歴史があります。ギリシアではアルキメデス(紀元前3世紀)やプトレマイオス(2世紀)たちがすでに3.14という値を求めているそうです。中国でも張衡(2世紀)や劉徽(3世紀)たちが同様な計算をしています。祖冲之の求めた値は現在のものと比べ3.141592まで正確で、1500年前としては世界の最高レベルでした。ヨーロッパでこれより詳しい値が知られたのは16世紀になってから、すなわち祖冲之は1000年以上も世界最高記録を持っていたこととなります。今日のような数字も数式もない、もちろん計算道具もない時代に彼はどんな方法で計算したのでしょうか?半径0.5の円に内接する正6角形の周囲の長さは3で、正8角形、正12角形、正16角形...としていけば次第に正確な値に近づきますが、彼の値を求めるにはなんと正24576角形を描かねばならないそうです。

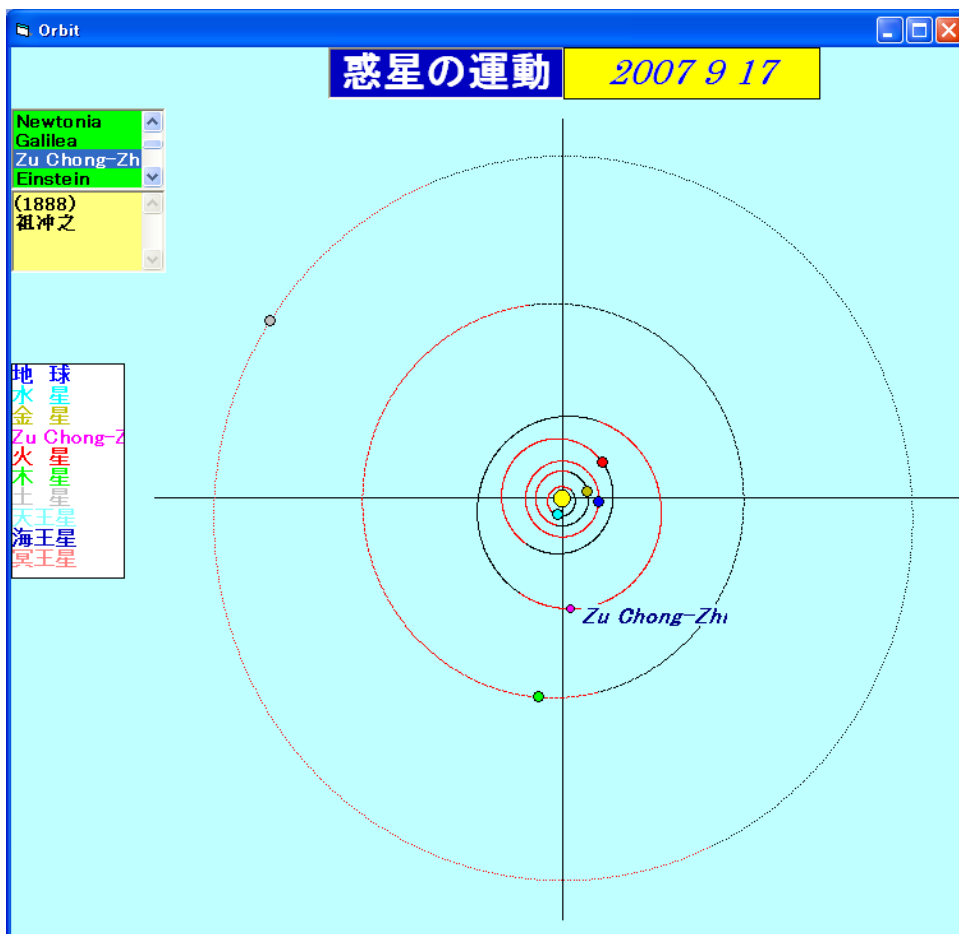
ところで祖冲之の役職は「太史令」という天文官かつ歴史官です。古代中国では人民に時を知らせることは皇帝の重要な仕事であり、そのため暦の作成・配布のために専属の官吏が任命されていました。彼らはカレンダーを作るだけでなく、日食・月食・惑星運行の記録や予報も行っています。日食予報をサボったためクビになった(解雇ではなく死刑)天文官の話が史書に残っています。さらに国家の安泰・王朝の命運のための占いもします。また歴史の編纂もします。かの大歴史学者である司馬遷(BC145-BC87)も漢の太史令でした。当時の天文学者の仕事は命がけで、星空を眺める余裕はなかったことでしょう。彼の業績は「大明暦」を作ったことです。暦を作るのに面倒なのは端数の問題です。1年は365.242194...日、1月は29.530589...日、その比は12.36842...、どうしてもきれいな整数比になりません。したがって、何年かに何度かは閏月をおいて1年13月としなければならないのです。それには12.36842...に近い分数をさがすことで、もっとも簡単なものでも235/19です。この数値はすでに約2400年前に中国とギリシアで独立に見つかっていました。すなわち19年が235月で、

n	m	n%m	nm0	nm1
19	235	7	-0.087	-10.9552
38	470	14	-0.173	-10.9552
296	3661	109	.0203	.16467
315	3896	116	.0116	.08866
334	4131	123	.0030	.02130
353	4366	130	-0.057	-0.3882
372	4601	137	-0.144	-0.9279
391	4836	144	-0.231	-1.4151
630	7792	232	.0233	.08866
649	8027	239	.0146	.05399
668	8262	246	.0059	.02130
687	8497	253	-0.027	-0.0959
706	8732	260	-0.114	-0.3882
725	8967	267	-0.201	-0.6651
983	12158	362	.0176	.04288



235=19×12+7 だから 19 年に 7 回ほど閏月を置くというものです (メトンの周期：章)。ところがこれでは 100 年もすると半日の誤差がでるので、祖沖之は 4836/391 という値を見つけました。4836=391×12+144 だから 391 年間に 144 回閏月を置くということになります。実際こうすれば数百年間で誤差は数時間以内に収まります。この暦は作成が難しかったせいか、採用されたのは彼が亡くなって 50 年後のことでした。他にどんな分数があるのか、実際に計算してみた結果が上表です。n 太陽年～m 朔望月とすれば、求める分数は m/n で、第 3 欄 n%m はこの n 年間に置くべき閏月の回数、次 nm0 はこの n 年と m 月の誤差(日)、そして nm1 は 100 年間の誤差(時)を表しています。最も誤差が少ないのは 334 年間に 123 回閏月を置くというものです。余りと 2 重ループと If 文の演習問題ですが、まともにやると PC が停まってしまいますから要注意です。円周率といい暦といい、彼はよほど計算達人だったのでしょう。果たしてどんなアルゴリズムを使ったのか？これらは彼の『綴術』という著書に書いてあるそうですが、残っていません。

帰国してから彼の名がついた小惑星があることがわかりました。実は学生が調べてメールで知らせてくれたのです。それは(1888)ZuChong-Zhi, 祖沖之の中国語読みです。早速、軌道要素を調べると火星と木星の間にあり、太陽の周りを約 4 年で公転しています。右図は 2007 年 9 月 17 日の惑星配置で、木星と同方向、さそり座にあります。さらに彼の名がついている月のクレータがあり Tsu Chung-Chi という名で登録されていることがわかりました。小惑星にも月にも名づけられたという、コペルニクスやケプラーなみの大天文学者と評価すべきなのではないでしょうか。ともあれ、中国でこのような人と出会えたことは幸運でした。



2007 年 9 月 17 日の惑星配置
軌道線は内側から
水星・金星・地球・火星・ZiChongZhu・木星・土星