

連載

天文ソフトの活用【1】

過去未来の日食探索

作花一志（京都情報大学院大学）

1. はじめに

かつては大型計算機上で専用ライブラリを使って行っていた天文計算・データ解析を、今日ではだれでもどこでも机上で手軽に行えるようになった。PC ハードウェアの向上と並んで各種フリーソフトの充実のおかげである。天文フリーソフトは天文教育において必須の道具になったと言える。今年にはプラネタリウムソフト、データ解析ソフト、シミュレーションソフトなど各種天文ソフトの活用について連載していく。本会会員の中には自作されている方も多いと思うので、ご意見ご批判を頂ければ幸いである。

第1回はウェブサイトおよび2009年7月号の石井氏の記事[1]で紹介されている日食ソフトを使って種々の日食を検索する方法である。

2. 国立天文台天文情報センター暦計算室[2]

このサイトには多数の暦計算のページがあるが、そのうち日食については2001年～2035年の全日食が登録されている。観測地としては47都道府県庁所在都市の他に若干地域が登録されているが、任意の市町村を選択したり、またGoogleMapを描いて地点を指定することもできる。表示は中心食（皆既、金環）帯および部分食帯の図、またGoogleMapに重ねた図は拡大縮小できる。指定された地点における太陽と月の位置、食分、角距離などが数値と図（アニメーションもあり）で表示される。

次の日食は自分の居住地では何時何分に始まるか、どのくらい欠けるか、太陽と月はどのように動いていくかなどがすぐわかる。

しかも操作は簡単で結果の図は快適に表示される。日食図の見方や日食用語の解説も載っている。2010年には1月15日に金環食、7月12日に皆既食と2回の日食があり、前者は夕方西日本で部分食が見られた。後者はいわゆるイースター島日食で、わが国からは全く見られない。2012年5月21日には全国で待望の金環食が観察できる。朝の7時半ころ東が開けたところ、志摩半島や房総半島などがオススメ地で、京都付近では比叡山頂から琵琶湖を眼下に2分足らずではあるが黒い日輪が眺められる（図1、図2）。

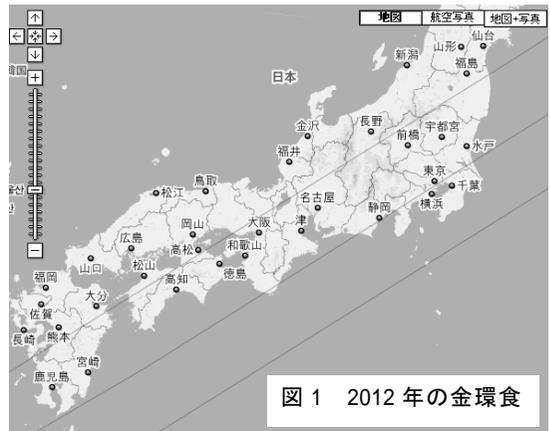


図1 2012年の金環食

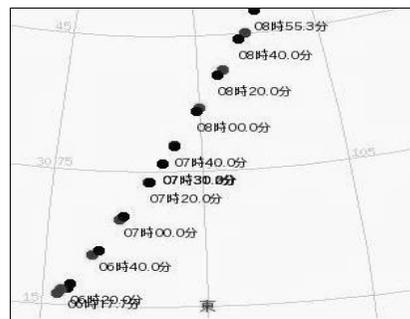


図2 京都での見え方 PC画面では太陽は赤で月は黒で表示されている

3. 日食情報データベース[3]

このサイトにはBC1999年からAD3000年までの全日月食が登録されている。特にわが国で見える1世紀～30世紀の全日食、中国で見えるBC10世紀～30世紀の全日食は詳しい地域情報が閲覧できる。GoogleMap上で地点を指定すると、そこでの第1～第4接触の情報や欠けていく推移がアニメーションで見られる。日食図・日食計算プログラムをダウンロードしてeclmain.exeを実行しても同様な図やアニメーションが得られる。

古代の日食を探すには有用だ。わが国最初の皆既日食の記録は『日本紀略』によると、天延三年七月一日(=975年8月10日)のことで「如墨色無光、群鳥飛亂、衆星盡見」と書かれている。「鳥が群がって飛び乱れ、たくさんの星が見えた」ことに都人はびっくりしたことだろう。当時は安倍晴明が天文博士の任にあって活躍していたころである。この日食を再現してみると、図3のように皆既帯は山陰から関東まで本州を縦断し、京都では7:47に皆既になったことがわかる。

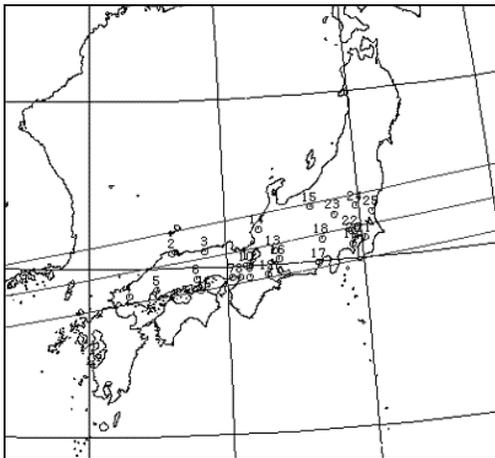


図3 975年8月10日の皆既食

この場合には必ずTの問題が起こる。これについては第6節で述べるので参照してい

ただきたい。ただし実行後にTを変更し再計算・再描画することはできる。

4. NASA Eclipse Web Site[4]

このサイトにはBC2000年からAD3000年までの全日月食が登録されている。世界中の長期にわたる皆既食・金環食がわかるのは便利である。上記の期間について20年間の日食図が描かれ、図4(次ページ)は2001年から2020年までものである。日本で見える日食は昨年7月の皆既食と2012年の金環食であることがわかる。

またGoogleMap上に表示された日食図で任意の地点をクリックするとその地での第1～第4接触・食の最大の時刻、食分や太陽の高度・方位が示される。ただし時刻は世界時であることに注意。図5は247年3月24日の皆既食(皆既帯はアフリカ、インド、中国を通過して対馬海峡まで)の洛陽における状態である。日本では日没時で食の前半だけしか見られなかったが、部分食情報は得られる。

惜しむらくは描画に時間がかかることで、インターネット接続状態が良好なとき、ハードディスク空き領域を十分に取って閲覧されることをお勧めする。

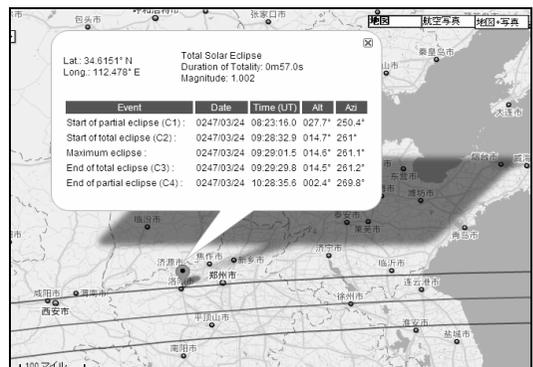


図5 247年3月24日の皆既日食 洛陽における第1～第4接触。

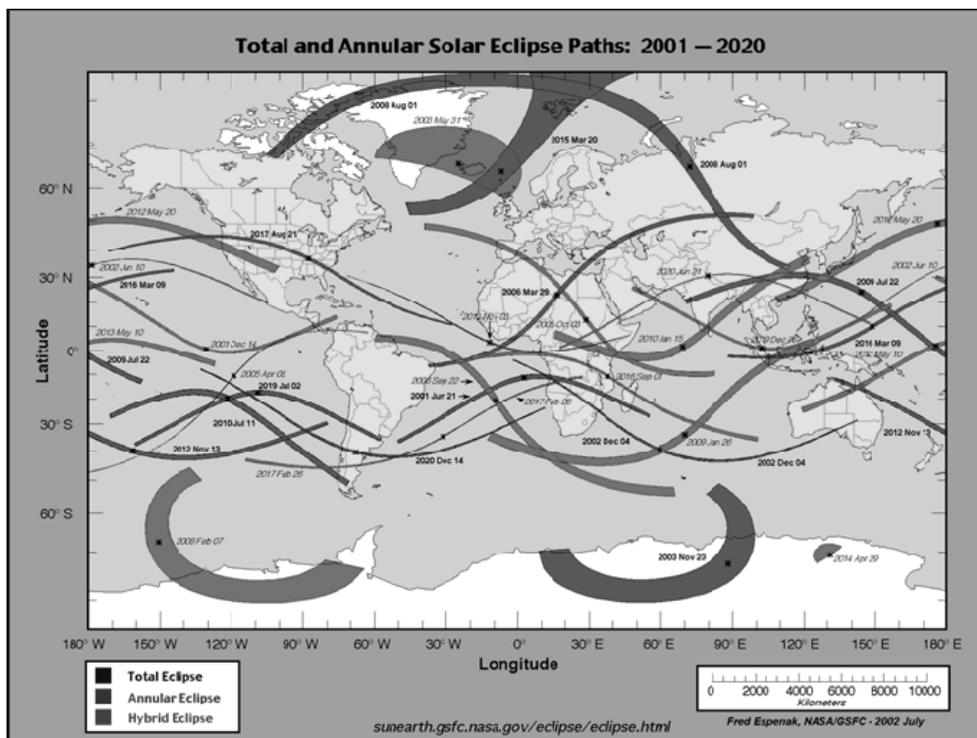


図4 2001年から2020年までの皆既食・金環食
 インターネットの原図では皆既食は青で金環食は赤で記してある

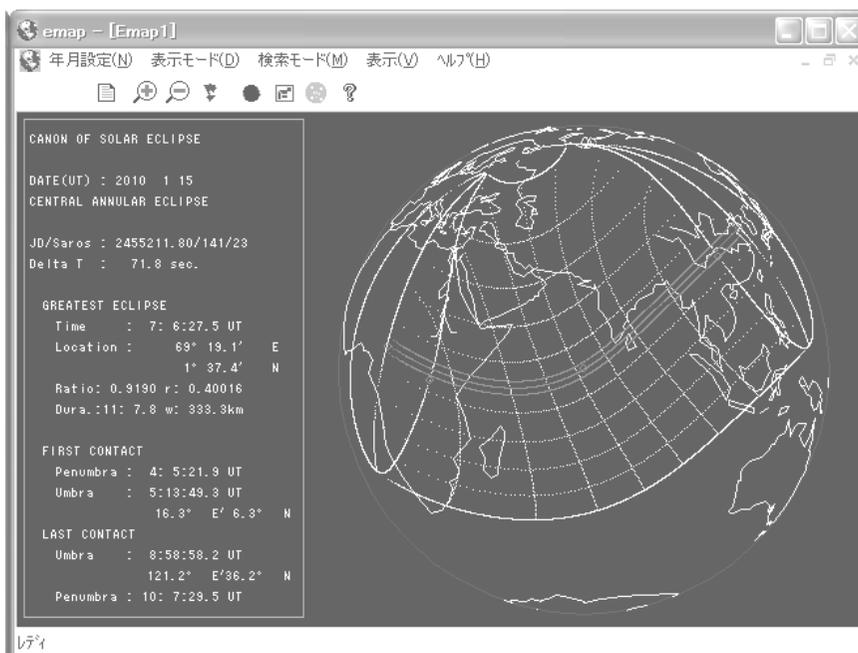


図6 EmapWinの起動画面

5. EmapWin

7月号の石井[1]で紹介されているもので、やはり BC2000~AD3000 までのすべての日食が登録されている。ダウンロードは[5]よりできる。インストール先のフォルダーはどこでもよいので、PC 本体の C:\Program Files よりも USB メモリーに保存しておけばどこにでも運べて実行できるので便利である。インストールしてしまえばネット接続は不要だし、軽快に動くので[3][4]より使いやすかった。インストール時に emapwin_jpn_1.21 というフォルダーが自動的にできる。その中の emapwin.exe をクリックすれば図 6 のような画面が表示される。これは本稿執筆中に最も近い将来の日食である 2010 年 1 月 15 日の金環食の情報である。左側の数値はほぼ理解されると思うが、日時は世界時であることに注意を要する。



図 7 観測地のデータ

観測地のデータは Location.new というテキストファイルに記されているのでこれをエディタで開いてみよう。予めいくつかの地点が登録されているが、自分のお好みの場所を追加登録しておきたいものだ。京都南、京都北、比叡山、トカラ悪石などは筆者が加えたもので、ある地点の緯度経度は

<http://42.195km.net/run-wiki/googlexy.htm> を開いて表示された地図の上で目的の地点をクリックすればすぐに求められる。もっとも若者たちは現在地の緯度経度くらい、自分のケータイから GPS 機能を使ってやるだろう。その方法は学生のほうが詳しい。

なお筆者はエディタとしてはメモ帳はできるだけ使わないようにしているし、授業で学生にも使わないように言っている。せっかく K2Editor や TeraPad など優良なフリーソフトが窓の杜や Vector から簡単に入手できるのだから。

今回の皆既日食を探してみよう。図 6 のメニューバーの検索モードを選び、日食タイプを「CENTRAL TOTAL ECLISE」として OK ボタンをクリックすると 2010 年 7 月 11 日の南太平洋日食図となる。局地情報表示のアイコン (●) をクリックすると日本では見られないので何も標示されない。そこでメニューバーの表示モードを選び場所をイースター島にセットすると、図 8 (第 1~第 4 接触の時刻方位高度等の値と様子) が得られる。最大食の時刻は世界時で 20:10:42.8、現地時刻 (LMT) で 12:53:06、太陽の位置はほぼ真北で高さは 40 度であることがわかる。

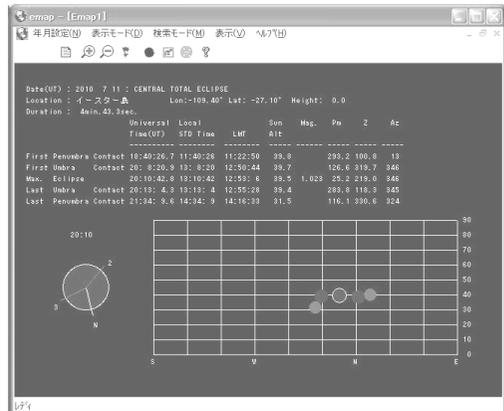


図 8 今年のイースター島日食の局地情報

今後 20 年間すべての日食を探すにはツールの日蝕リストをクリックして、日蝕検索リスト表示にて検索開始年、調査期間（年）を入力し検索開始ボタンをクリックする。目的の日食を選んで日蝕画面のボタンをクリックするとその日食図や局地情報を得ることができる。



図 9 100 年間の大日食

京都で 1950～2050 年の間、食分 0.8 以上の日食を探すと日蝕検索リスト表示では 10 件見つかった (図 9)。しかし 1955 年、1966 年、2008 年は日没後で 1963 年は日の出前のことで実際には見られなかった。最も近い大日食は前述の 2012 年 5 月 21 日 (世界時では 20 日) の金環食で 1958 年 4 月 19 日の種子島金環食の 3 サロス後のものだ。

さらにこれらを使って

- ・京都でこれまでに見えた皆既日食
- ・京都で次に見える皆既日食

(実は 30 世紀までなさそうである)

- ・ヒミコ・アマテラス日食候補
- ・タレスの日食 (BC585 年 5 月 28 日)
- ・孔子の日食 (BC709 年 7 月 17 日)
- ・世界最古の日食記録

などを検索再現してみると面白いだろう。

6. T の問題

[1]で述べられているように地球の自転は過去から比べると年々遅くなっていて、しかも不規則であるので、太陽・月・地球の力学関係だけで古代の日食の計算をしても、実際にどこに日食の影が落ちたか正確にはわからない。この力学関係だけで計算した結果と実際に日食の影が落ちた場所に差異が出てくる。力学時 (あるいは原子時) と世界時の差 T については専門的な詳しい研究がなされており、わが国最初に記録された日食である推古 35 年 (=628 年) 4 月 10 日の日食は皆既かどうかで意見が分かっている [6]。地球の自転速度が現在と同じ ($\Delta T = 0$ sec) とすると皆既帯は朝鮮半島上に、 $\Delta T = 2800$ sec とすると日本列島上に、また $\Delta T = 4400$ sec とすると太平洋上にくる。[3][4][5]ともデフォルトでは最後の値が使われているが、[5]では表示モードメニューで (図 10) T の変量が入力できるようになっていて、この値を調整すればすぐに再描画してくれる。

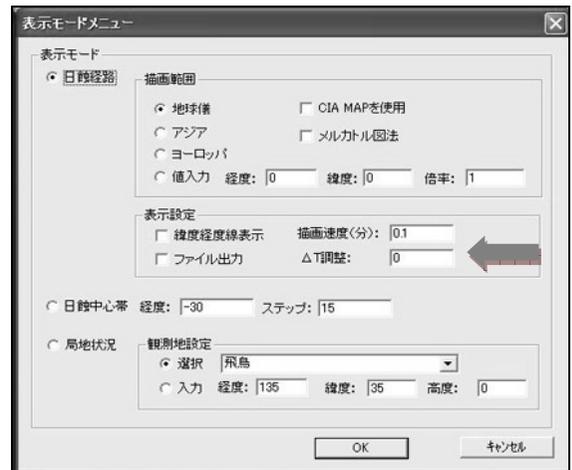


図 10 EmapWin の T 調整

日の出前に日食が始まり太陽が欠けたまま昇る場合 (日出帯食) や、日食の途中で太陽が欠けたまま沈んでしまう場合 (日入帯食) では実際に見えたかどうか問題になる。ヒミ

コ・アマテラス日食の有力候補に 247 年 3 月 24 日の日食 (図 5) があるが、これはわが国では日入帯食となる。しかし 1000 年以内なら、際どい議論をしない限りほとんど問題にならないそうである。推古時代の人々が飛鳥で見た日食は皆既でなかったとしても、記録に留められる大日食であったことには変わらない。

未来の T については評価が非常に難しいため、上記の日食ソフトで計算できるのはすべて 3000 年までである。

7. おわりに

筆者は皆既日食を見たことはないし、日食については素人である。日食の計算は 40 年前に球面天文学演習のレポートを共同でやったことしかない。しかしこの度「この前の皆既日食はいつでしたか?」、「今回雨で見られなかったが次はいつですか? その次は?」という質問をたくさん受けた。これが日食ソフトについて調べることになったきっかけである。

「初日の出は東から始まるのになぜ日食は西から始まるのか?」これは鋭い質問でうまく答えられなかった。「日食とはそういうものです。」という回答ではガリレオ精神に反する。何かいい説明はできないものかと考えている時、ウィキペディア[7]にこれだと思える図を見つけた (図 11)。地球や月の公転、地球の自転もみな反時計回りだ。月の移動のため地球への影は西から東へ進む。この静止画をアニメーションにするのは PC ではなく読者の想像力である。

過去未来のすべての日食が秒単位で計算できるわけではないが、だれもがいつでもどこでもタダでこんな計算ができるのだから、ぜひ天文普及に活用したいものだ。

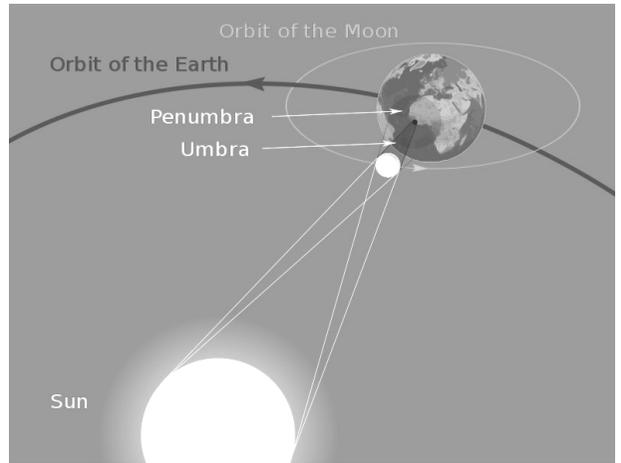


図 11 日食時の月の影

注および参考文献

- [1] 石井馨『天文教育』Vol.21, No4, p33, 2009
- [2] <http://www.nao.ac.jp/koyomi/>
- [3] <http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~x10553/>
- [4] <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>
- [5] http://www.kotenmon.com/cal/emapwin_jpn.htm
- [6] <http://www.wagoyomi.info/suiko/suiko.html>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Geometry_of_a_Total_Solar_Eclipse.svg

作花一志