

# 「月の大きさ」を測ってみよう

国立科学博物館 洞口俊博

## 1. はじめに

天体やそれが引き起こす現象を自ら測定することは宇宙の理解の促進に大きく役に立つが、その中でも天体の大きさを測ることは比較的容易に行えるため、天体画像測定の入門に非常に適している。「あなたもできるデジカメ天文学」の第1章でも”スーパームーン”の話題を導入にして、「月の大きさはどれくらい変わる?」というテーマを冒頭に取り上げている。この他にもその章では、プレアデス星団の見かけの大きさを測ることによって(距離は既知として)実際のサイズを求める「すばるの大きさは何光年?」、アンドロメダ銀河の長径と短径を測ることによってその傾きを求める「アンドロメダ銀河の傾きは?」、月食時の地球の影と月の大きさをそれぞれ測ることから、月の実際の大きさや距離を求める「月食から月の距離がわかる!」といったテーマが取り上げられており、天体の大きさを測ることがさまざまな天体や現象の理解に役に立つことがわかる。

マカリを用いると簡単に天体(など)の大きさを測ることができるが、その方法にも簡易なものから手間のかかるものまで、いろいろな方法が考えられる。ここでは月の大きさを例に、それらについて紹介する。ちなみに月は地球を公転する軌道が楕円(離心率 0.055)になっているために見かけの大きさが変化する。満月が1年のなかで特に大きく見える”スーパームーン”や、反対にその約半年後にある見かけの小さな満月がいつ頃見られるかは、国立天文台暦計算室の「暦象年表」の”天象”のページで確認することができる([http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/phenomena\\_f.cgi](http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/phenomena_f.cgi) で月の望, 最近, 最遠を選択する)。それらの起こる時期は、太陽の影響によって月の楕円軌道の方向が 8.85 年の周期で回転していくため一定ではなく、毎年少しずつずれていくので注意が必要である。もっとも、軌道運動による月の大きさの変化を調べるためなら、満月を用いなくとも半月おいた2つの月によっても確かめることができる。1か月の月の距離の変化は、同じく国立天文台暦計算室の「暦象年表」の”月の地心座標”のページで確認することができる(<http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/moon.cgi>)。

## 2. 「月の大きさ」の測り方

一般にデジタルの画像は縦横複数のピクセルからなる 2次元の配列で表現される。ここで測定する”大きさ”は、画像上でのピクセル数にあたるものである。ピクセル数がわかれば画像の画角から角度で表した見かけの大きさを求めることができるし、同じ条件で撮影した画像であればピクセル数のままでも大きさの比などを求めることができる。マカリを用いる場合、次のような方法で天体の大きさ(ピクセル数)を求めることができる。

a. 画像の(X,Y)座標から求める

マカリで画像を開き、マウスマウスカーソルを画像の任意の場所におくと、図1のようにその点の(X,Y)座標が表示される。大きさを測る対象の両端の(X,Y)座標を(x1,y1), (x2,y2)とすると、その大きさは $\sqrt{(x1-x2)^2 + (y1-y2)^2}$ と求めることができる。次のb.の方法に比べてちょっとした計算が必要となるが、数学で学ぶ三平方の定理を、どのような時に具体的に用いるのかを生徒に経験させることができる。

b. マカリのグラフ機能を用いて測定する

マカリには画像上の任意の2点を線で結び、その線上のカウント値をグラフ表示する機能がある。グラフの横軸である「始点からの距離」を用いて、測りたい2点の距離を求めることができる。

b-1 大きさを測りたい2点を通る線を引き「始点からの距離」を用いて求める

マカリのツールバーのグラフボタンを押し、画像の上でマウスをドラッグすると、その線上のカウント値のグラフが図2のように描かれる。グラフの上でマウスをクリックすると、画像の対応する位置にチックマークが表示されるとともに、その点の始点からの距離がグラフウィンドウの右上に表示される。グラフと画像上のチックマークを参考にすれば、月の縁が始点から何ピクセルの位置にあるか、測ることができる。月の中心を通るように線を引き、月縁の両端について始点からの距離の差を求めれば、月の直径を得ることができる。引いた線の位置は、グラフウィンドウの「グラフ選択範囲」のところに始点と終点の(X,Y)座標がそれぞれ表示されているので、その値を操作することで微調整することができる。多少精度が悪くてもよいのであれば、始点や終点が測りたい位置になるように線をドラッグすれば、簡単にその距離を求めることができる。

b-2 弦の垂直2等分線を引き、その交点から端までの距離を求める(円の半径を求める場合)

測りたい対象が円の場合、弦の垂直2等分線から中心を求め、そこからb-1の方法で半径を求めると精度よく大きさを決めることができる。任意の弦について垂直2等分線をマカリの上で引こうとすると大変であるが、画像に水平や垂直な方向の弦であれば容易に描くことができる。図3は水平な弦から垂直2等分線を引いているようすを示している。グラフ機能でまず適当な水平線を描き、その線上における月縁のピクセル位置をb-1の方法でグラフウィンドウから読み取る。その中点から垂直に線を引けば、それが1本目の垂直2等分線である。同様にして垂直な弦からも垂直2等分線を引くことができる(図4)。その交点が円の中心であるから、その点と月縁の距離を求めれば半径を得ることができる。

月が地平線に近い場合、大気の影響で垂直方向に若干つぶれて見える。そのようすを調べるのもおもしろいであろう。また、天頂距離によって月の大きさが変わって見える地平視差を求めてみるのもおもしろいであろう。

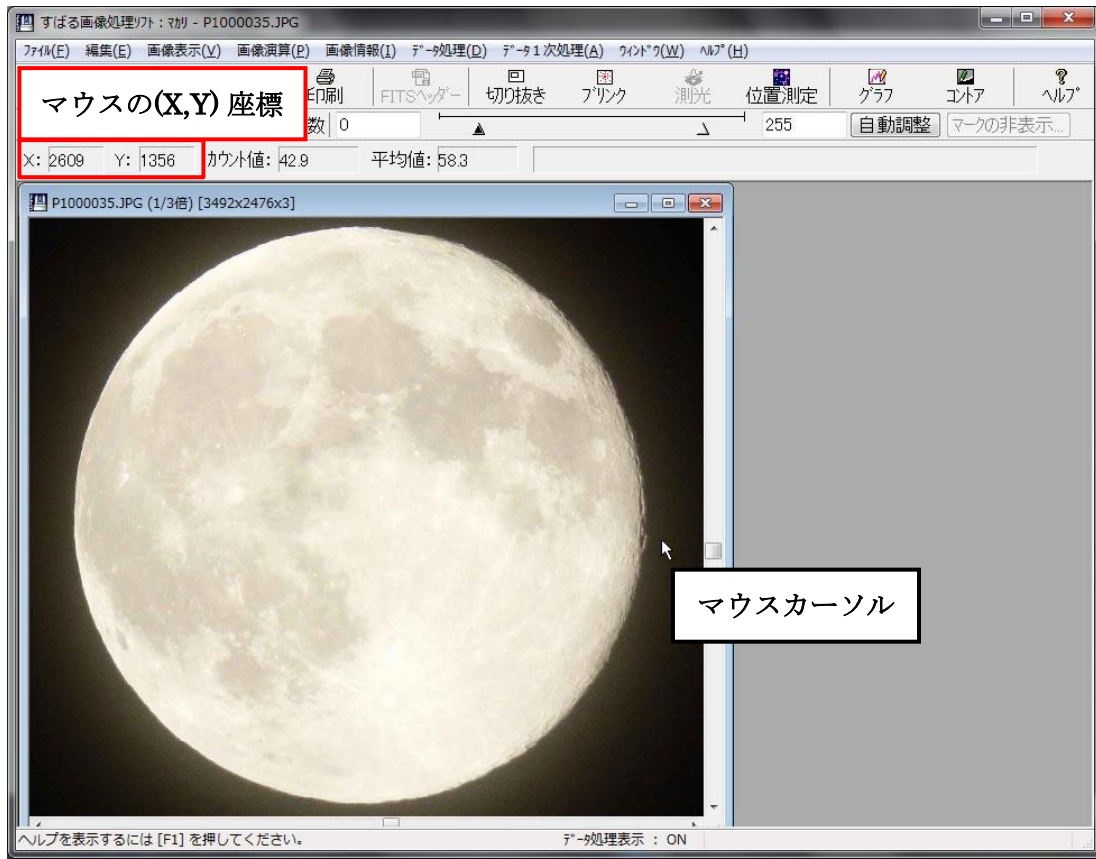


図1 マカで開いた画像とその(X,Y)座標

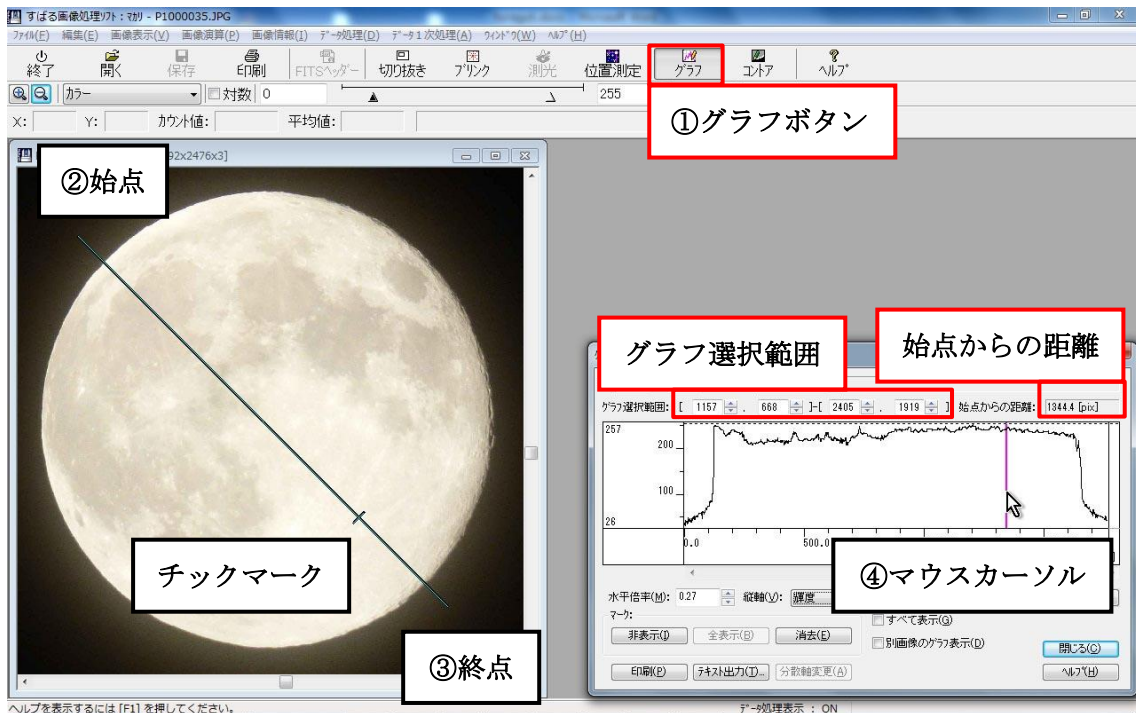


図2 マカリのグラフ機能で測るピクセル距離

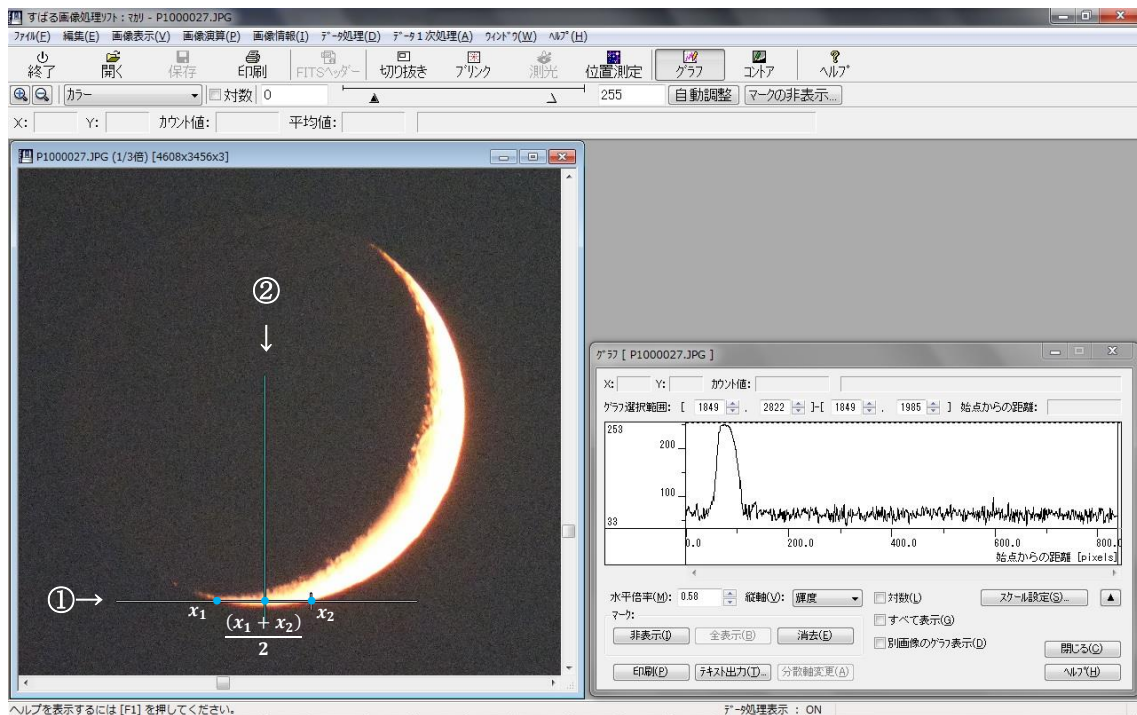


図3 垂直2等分線の描画

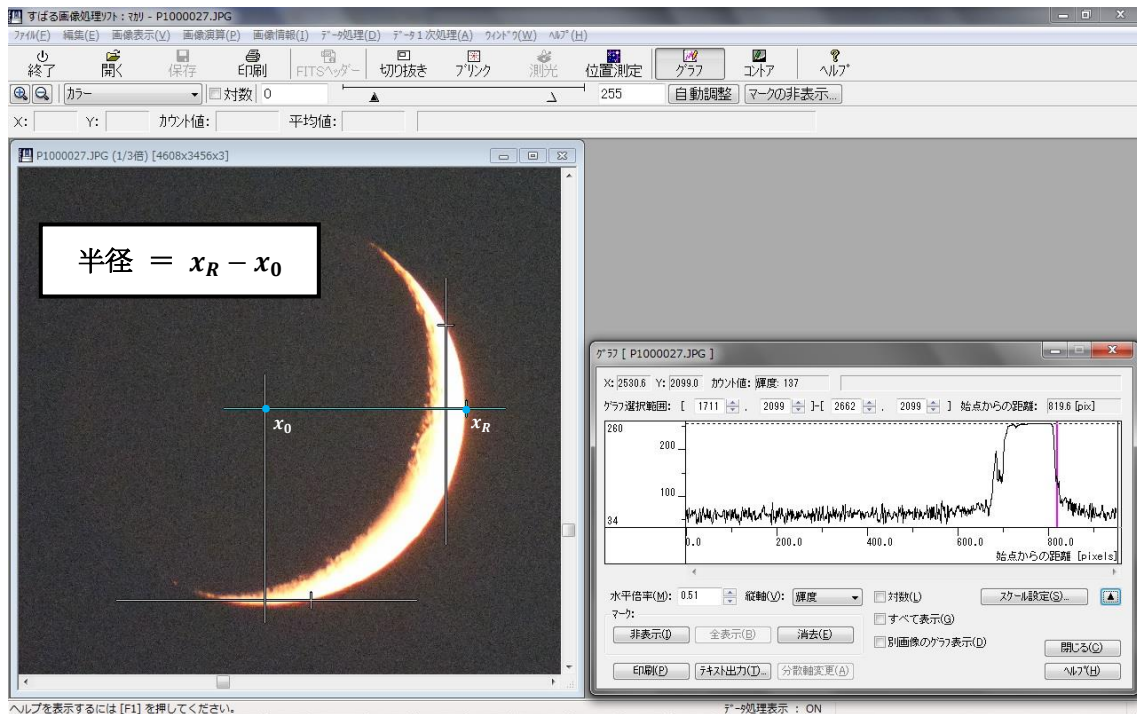


図4 月の半径の測定