

# 2009年 土星の見どころ

神奈川県立西湘高校 山本明利

まずは右の写真をご覧ください。ハッブル宇宙望遠鏡が今年 2 月 24 日にとらえた土星の姿です。

中央を横切っているのが土星の輪とその影、さらに土星に重なって 4 つの衛星（左からエンケラドス、ディオネ、タイタン、ミマス）が写っています。最大の衛星タイタン（右上）以外は印刷では出ないかもしれませんが、下記 URL でぜひ元画像をご覧ください。

<http://heritage.stsci.edu/2009/12/index.html>

ムービーのダウンロードもできます。

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2009/12/video/b/>

4 つの衛星が同時に「食」を起こしているのが珍しいというのですが、木星のガリレオ衛星では比較的頻繁に見られるこの現象が Hubble Heritage に選ばれたのは土星特有のある事情によります。

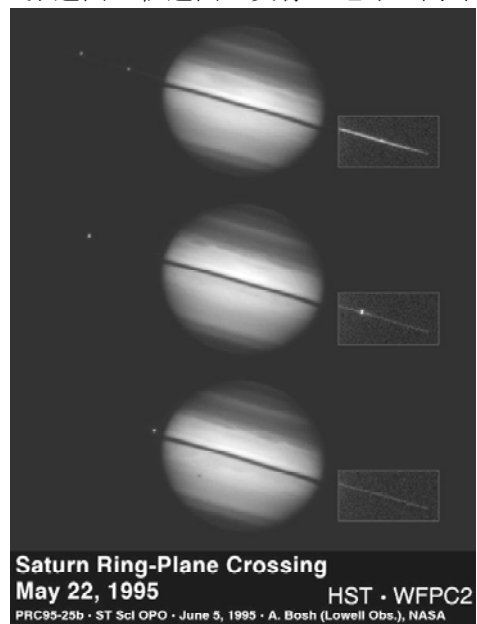
ご存知のように地球の赤道面は公転軌道面（黄道面）に対して  $23.44^\circ$  傾いています。「地軸の傾き」と表現することもあり、四季の変化はこのために生じます。

木星では赤道面の対軌道面傾斜角が  $3.13^\circ$  と小さく、主な衛星も赤道面に近いところを回っているため、地球から見て四大衛星やその影が木星本体と重なって見えるいわゆる「食現象」が頻繁に起こります。

一方、土星ではこの傾斜角は  $25.33^\circ$  で比較的大きく、赤道面付近を公転する衛星たちが本体と重なって見えるチャンスは、土星の赤道面と軌道面の交線が地球に向く時期に限られます。土星の公転周期は 29.53 年ですから写真のような現象が観察できるのは約 15 年ごととなり、今年ハッブル望遠鏡が打ち上げられてから 2 度目のチャンスです。

土星といえば最大の特徴はその立派な「輪」です。この輪も土星の赤道面にありますので、地球から見るときは輪の北側または南側から大きく開いた輪を俯瞰することが多いのです。1610 年にガリレオ・ガリレイが初めて土星に望遠鏡を向け、輪を発見したときも、輪は開いて見えていました。ガリレオはこれを「耳のある星」と表現したと伝えられています。

1612 年、ガリレオは土星の異変に気づきます。土星の輪がなくなったのです。これは今日「土星環の消失」として知られている現象で、地球が土星の赤道面を通過するときに、輪を真横から見る形になるために起こります。輪の厚さは非常に薄いので、大望遠鏡をもってしてもその姿をとらえることは難しいのです。右の写真は、1995 年 5 月に起こった環消失を



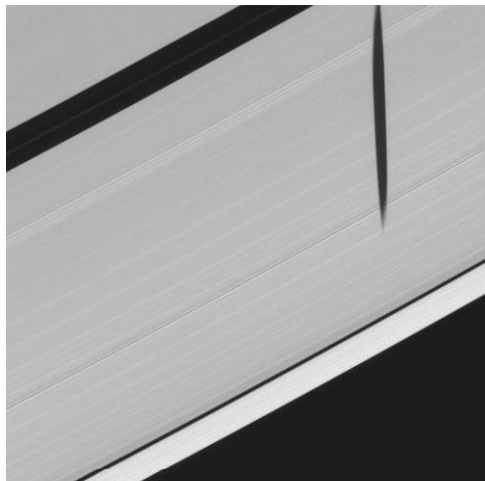
ハッブル望遠鏡がとらえたものです。入手先の URL は下記です。

<http://hubblesite.org/gallery/album/entire/pr1995025b/>

今年はその環消失が見られる年にあたり、上記の写真から約 15 年ぶり、ガリレオの観測から 397 年（13 周期半）ぶり、となります。

ところで、詳しく見ると土星の環消失には二つのパターンがあります。ひとつは、地球が土星赤道面を通過、すなわち輪を真横から見ることにより輪が見えなくなるパターンで、2009 年 9 月 4 日 22 時に起こります。もう一つは太陽が土星赤道面を通過、すなわち真横から日が当たることにより輪が影になるパターンで 2009 年 8 月 11 日 12 時に起こります。

これらの現象はこれまでも約 15 年ごとに観測されてきたことで、目新しいことはないのですが、今年ちょっと事情が違います。それは、土星のそばにアメリカの土星探査機カッシーニがいることです。カッシーニは 1997 年 10 月 15 日に地球を出発し、2004 年 6 月 30 日に土星を回る軌道に投入されました。以来、5 年にわたって土



星の 대기現象や、輪の構造の観測、たくさんの衛星への接近観測などを続けてきました。このような視点からの環消失の観測は初めてで、人類が初めて目にする珍しい画像が最近次々に送られてくるようになりました。

左はカッシーニが撮影した土星の A リング（明るい輪では一番外側）の拡大写真です。左上の黒い帯はエンケの空隙と呼ばれるすきまです。右上にざっくりと刃物で斬りつけたような縦の線が目につきますがこれは何でしょう。

実はこれは傷ではなく、外側を回る衛星エピメテウスの影がリング面上に落ちているところです。沈む夕日に照らされた人の影法師が長く伸びるように、ものすごい長楕円形の影になっています。出典は次の URL です。

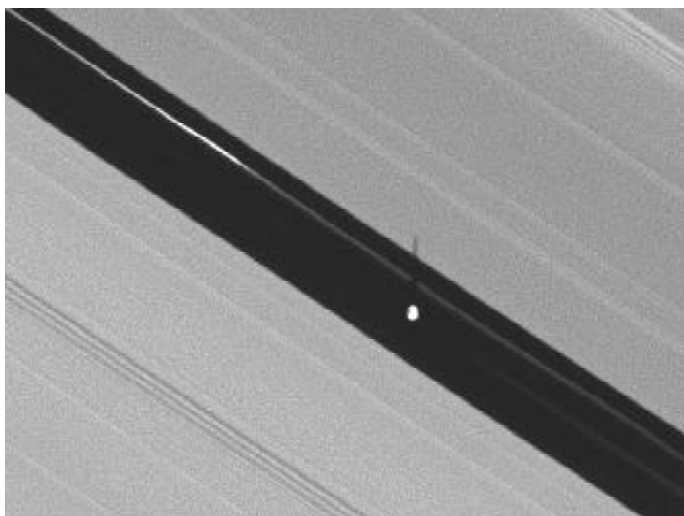
[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/cassini/multimedia/pia11651.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/multimedia/pia11651.html)

下記 URL では連続画像で構成したムービーも見られます。

[http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/videos/movies/PIA11651\\_full\\_movie.mov](http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/videos/movies/PIA11651_full_movie.mov)

主な衛星の軌道はリング面とほぼ同じ面内にありますから、こういう現象が観測されることは大変珍しいことです。太陽の光がリング面をかするように照らしている今年だけ見られる現象と言ってよいでしょう。

右の写真はエンケの空隙の中を公転する小さな衛星パン（いびつな白い点）とそれ自身の影が上方の A リング上に落ちているところです。空隙内の細いとぎれとぎれの輪も興味深いところです。出典は下記の URL です。



[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/cassini/multimedia/pia11652.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/multimedia/pia11652.html)

最後に下の拡大写真をご覧ください。右上半分が B リングと呼ばれる輪の一部、対角線上の黒い帯はホイヘンスの空隙と呼ばれる隙間です。左下半分は地上からの望遠鏡観測では A リングと B リングの間に黒く見える領域で、カッシーニの間隙と呼ばれていました。ボイジャーなどの探査機の観測により、この写真でもわかるように、この領域にも密度は小さいが複数の輪があることが発見されました。

さて、この写真は画期的なショットなのですが何がすごいかわかりますか？右端の縦の黒い帯は衛星ミマスの影です。注目していただきたいのは対角線に沿った B リングの明るい縁の部分と、そのすぐ上のギザギザの影です。より詳しくは下記の出典サイトから、高解像度の画像をご覧ください。

<http://saturn.jpl.nasa.gov/photos/raw/rawimagedetails/index.cfm?imageID=188106>

<http://apod.gsfc.nasa.gov/apod/ap090415.html>

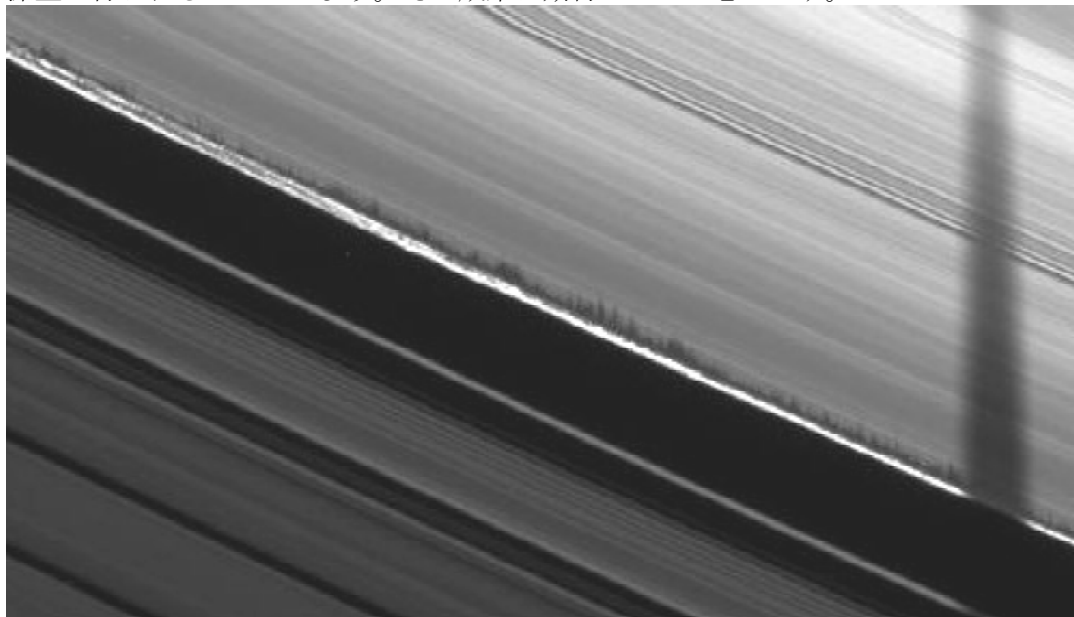
これは非常に薄いと思われていたリングの中に一部にせよ立体構造があって、細長く伸びた影によってその起伏が強調されて見えているものです。地球でいうと積乱雲の雲列に水平から光が当たって輝いているような感じです。これはカッシーニによる新発見で、まだその成因はもとより構造自体も詳しくわかっていません。

そもそも輪は何でできているのか、どうしてできたのか。それ自体がいまだに大きな謎で、カッシーニの探査に期待するところが大きいのですが、これまでの通説では、氷や珪酸化合物や酸化鉄などの微粒子ないし岩塊からなり、大きなものでもサイズは小型自動車程度と言われてきました。輪は土星のロッシュ限界内にあつて、破壊されたら最後、粒子同士の万有引力では集合できないはずです。

しかし、この画像の影の長さから太陽高度から計算される構造の高さは最大 3 km 程度であるとプラネタリー・ソサエティーのブログの記事は述べています。

<http://planetary.org/blog/article/00001909/>

これは小さな衛星ほどのサイズに相当します。粒子相互の引力の他にミマスからの万有引力が作用して一時的な立体構造ができるものなのか、謎は深まるばかり。今後リング面に対する太陽高度はますます低くなり、影が強調されるので、さらに詳しい探査が行われることでしょう。その成果に期待したいと思います。



(2009/05/04)