

SOHO 彗星の搜索法

内那 政憲

(はじめに)

私の SOHO 彗星の搜索法、そして、搜索を行なう上での留意点について紹介させていただきます。言葉足らずな部分もあろうかと思いますが、ご容赦下さい。

さて、2009 年 12 月に運用を終える予定だった SOHO 衛星ですが、ご承知のとおり、まだ、150 万 km の彼方のラグランジュ点 L1 から、日々、太陽とその周辺の画像を地球に送り続けています。また、資金不足により、昨年 9 月頃から停滞していたサングレーザプロジェクトも、1 年分の運営資金が確保出来たとのことで、今年 5 月に再開した後は、遅れていた軌道確定の作業も順調に進んでいます。SOHO 彗星は 10 月 13 日現在 SOHO-1926 まで確定しており、このペースで発見が続けば 2000 番目の SOHO 彗星が捉えられる日も遠くないでしょう。

1. 【画像の取込み】

先ず、最初の作業である画像の取込みを行ないます。SOHO 衛星には、それぞれ目的に応じた 12 基の観測機器が搭載されていますが、これまで彗星が発見されているのは、その内、LASCO C2、LASCO C3、SWAN の 3 基のカメラが撮影した画像からです。SWAN の画像から発見された彗星については平成 18 年の秋の空を賑わした SWAN 彗星 C/2006 M4 や昨年の李・SWAN 彗星 C/2009 F6 が記憶に新しいところですが、ここでは LASCO C2 (以下 C2) と LASCO C3 (以下 C3) の画像の取込みについて述べます。

SOHO 衛星は、NASA と ESA が共同開発をして打ち上げた太陽観測衛星ですが、太陽やその周辺の画像は、それぞれの HP に公開されています。C2、C3 の画像を取り込むことが可能なサイトは幾つかあり、SOHO 彗星ハンターの多くは、常にそれらのサイトに目を向けていると思われます。次に、私の知る限りのサイトを記します。他にも関連サイトはあるかと思いますが、画像の入手先については、これらのサイトで、ほぼ充分かと思えます。

http://lasco-www.nrl.navy.mil/cgi-bin/latest_img.cgi?c2+gifs

http://lasco-www.nrl.navy.mil/cgi-bin/latest_img.cgi?c3+gifs

<http://soho.esac.esa.int/data/realtime/realtime-c2-1024.html>

<http://soho.esac.esa.int/data/realtime/realtime-c3-1024.html>

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-c2-1024.html>

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-c3-1024.html>

ftp://lasco6.nascom.nasa.gov/pub/lasco/lastimage/lastimg_C2.gif

ftp://lasco6.nascom.nasa.gov/pub/lasco/lastimage/lastimg_C3.gif

http://sohowww.nascom.nasa.gov/cgi-bin/realtime_query

<http://lasco-www.nrl.navy.mil/javagif/gifs/>

これらのサイトを巡回しながら、最新の画像を探します。そして、その画像をダウンロードしたら、予め、デスクトップに用意したファイルに集めていきます。画像サイズについては選択することも可能ですが、より鮮明な 1024×1024 ピクセルサイズ画像のほうが良いでしょう。上記のサイトの中で画像が、通常、最も早くアップされるサイトは の C2 画像と の C3 画像ですが、この 2 つは、未処理の元画像で 512×512 ピクセルサイズの白黒画像です。明るい彗星であれば判別は出来ますが、暗い彗星の場合は、検出が出来ないものもあります。通常と記しましたが、稀にそうではない場合もあるということです。したがって、常にすべてのサイトを見ていくことが重要ということになります。また、 と の NASA のサイトは昨年 12 月からアップロードが停止しています。それから、お気付きかと思いますが、SOHO 衛星は時々、ローリングして機体を反転させることがあります。その作業の間、カメラはクローズしますので、画像のアップロードが 2 日～3 日ほど出来ないこともあります。

2.【画像のチェック = 彗星探し】

画像をダウンロードしたら、すぐにチェックを開始します。その方法ですが、スライドショーの要領で、画像を次々にコマ送りにしていきます。彗星の場合、一定の方向に規則性を持って移動していきますから、その存在に気付くのです。しかし、やみくもに探してもなかなか成果を挙げることは出来ません。それでは、何処を探せばより早く、彗星にたどり着けるのでしょうか。SOHO 彗星には、いくつかのグループがあることが分かっています。Kreutz 群、Meyer 群、Marsden 群、Kracht 群、Kracht 2 群です。もちろん、どのグループにも属さない Non-group の彗星もあります。発見される SOHO 彗星の約 86% は Kreutz 群に属する彗星です。そしてグッと数は減りますが、Meyer 群の彗星が約 6%、Kracht 群の彗星が約 2%、Kracht 2 群の彗星が約 0.2%、どの群にも属さない彗星が約 5% という状況ですので、発見される SOHO 彗星の殆どは Kreutz 群の彗星ということになります。サイト には各群の彗星について、いつ、どの方向から出現するかを、図を使って分かりやすく説明(英語)してありますので非常に参考になります。搜索を始める前に一度目を通しておくことをお勧めします。確立から見れば、探す優先順位としては、先ず Kreutz 群からということになるでしょう。

http://sungrazer.nrl.navy.mil/index.php?p=comet_tracks

3.【移動する彗星らしき光点が見つかったら】

もし、画像をチェックしている最中に、移動する彗星らしき光点を発見したら・・・ということですが、SOHO の画像には、非常に多くのノイズがあり、中には、あたかも移動

する彗星かと思わせるようなものもあります。実際、報告されるものの多くは、次にダウンロードした画像からノイズであることが判明して、後で撤回されています。したがって、画像のチェックには、より慎重であることが求められるということになります。C2 画像では、少なくとも3つ以上の画像から、C3 画像では4つ以上の画像からの確認が望ましいでしょう。彗星であるか否かは、この段階ではまだハッキリしませんが、彗星かも知れないとの前提で作業を進めていきます。

4.【ピクセル座標の測定】

彗星と思われる光点の移動を確認したら、報告をする前に行う作業があります。それは位置の測定作業です。眼視搜索や写真搜索で発見した場合には、通常、赤経、赤緯の情報が求められますが、SOHO 画像の場合、報告に必要な彗星の位置は、画像ソフト上のピクセル座標です。ソフトはピクセル座標を表示するものであれば、何でも構いません。私の場合はステライメージと Paint を併用しています。SWAN 彗星の発見者である鈴木雅之氏は、黄道座標で表示される SWAN の画像に置いたカーソルから、直接、赤道座標を求めることが出来る独自のプログラムを作成されていますが、そのようなものがあればピクセル座標の測定は画像のチェック作業と同時に行えることになり、発見報告は格段に早くなると思われます。私も一度、検討したことがありましたが、知識に乏しく、現在は既製のソフトで対応しています。詳しい方がいらっしゃれば、是非、お教え願えればと思います。ピクセル座標は、その基点を選択することが出来ますが、通常は Upper left(左上)を基点とする報告が多いようです。このピクセル座標の測定は、彗星と思われるすべての光点について出来るだけ正確に行ないます。これは発見の権利を失わない為にも重要なことです。

5.【発見の報告】

すべての光点について、そのピクセル座標を求め終えたら、いよいよ、報告の作業へと進むことになります。下記のサイト には予め、報告のためのフォームが用意されており、初めての方でも報告は極めて簡単に行うことが出来ます。フォームに報告者の氏名、日付、カメラ(C2 もしくは C3)、画像サイズ、基点、彗星のグループ名、画像の撮影時刻、ピクセル座標等を書き込み、プレビューの内容に間違いがなければ送信(submit をクリック)します。初めての場合には、まだ、名前の登録がありませんので、name list の中から「new user」を選択します。また、管理者へのメッセージを書き込むフォームが用意されていますので、そこに、国名、住所、氏名、メールアドレス、連絡先等を書き込み送信すると、数日後には登録されて、name list に名前が出て来るようになります。したがって2回目以降の報告は name list の中から、自分の名前を選択して、あとは必要な情報を入力すればよいということになるわけです。報告する場合の彗星の位置情報は C2 の場合は、2個、C3 の場合は3個から可能です。しかし、C2 の2個というのは、Kreutz 群の場合は許可されていますが、それ以外のものについては3個以上の情報が必要です。私が今年2月に検出した、Non-group のアベック彗星をそれぞれ3個の位置情報を得ていたにも拘わらず、誤って2個の位置情報で報告しまい、結局、この2つの彗星の内の一つは、私の数分後に3個の位置情報で報告をしたポーランドの SOHO 彗星ハンターに発見の権利が渡ることになってしまいました。そういう憂き目に遭わないためにも、前述しましたように、C2

の場合は最低 3 個以上、C3 の場合は最低 4 個以上の位置情報を報告する前に調べておくことが大切です。

<http://sungrazer.nrl.navy.mil/index.php?p=cometform>

さて、いよいよ報告となるわけですが、まだ、報告はしないで下さい。ここでも報告の前に確認しておかなければならないことがあります。折角、報告の態勢が整ったとしても、同じ彗星が既に報告されている可能性があるからです。その確認については下記のサイトで行います。このサイトの掲示板には、SOHO 彗星ハンターが次から次へと報告して来ますが、その報告に目を通して、同じ内容の報告がないか確認します。そして、もし同じものが無ければ、そこで初めて報告を行います。行なった報告は、すぐさまサイトの掲示板に掲載されますから、自分でも確認することが出来ます。

<http://sungrazer.nrl.navy.mil/index.php?p=recent>

6. 【追跡作業】

報告はしたものの、果たして本物の彗星だったのか、まだ確定されたわけではありません。更に、引き続き、画像の取込みを行い、光点の次の移動を確認する必要があります。光点が一定の方向に移動していれば、彗星である可能性は高いということになりますが、その場合にも彗星と思しき光点のピクセル座標を測定し、前述のサイトから追加の報告を行います。そのフォームもサイトに用意されています。

7. 【SOHO 彗星ハンターからの確認メッセージ】

ここで、SOHO 彗星の場合、彗星であることの確認とその報告は、サイトの管理者ではなく、報告者以外の SOHO 彗星ハンターがサイト上で行うというルールがありますので、他のハンター達が彗星であることを確認した場合には、彼らの確認メッセージがサイトの掲示板に掲載されます。確認メッセージを上げてくるのは、殆んどベテランの彗星ハンター達ですので、自分の報告に対する確認メッセージが掲載されれば、ほぼ、彗星であると確信してもいいでしょう。しかし、報告をした後の画像に、光点の次の移動が確認出来なかった場合には彗星ではなかったということですから、報告を撤回しなければなりません。そのフォームもサイトにありますので、前回の報告日時(UT)、カメラ、氏名等を入力して撤回の報告をします。

8. 【SOHO 彗星番号の登録】

彗星番号はサイトの掲示板に発表されますが、発見された彗星の SOHO 彗星番号が確定されるまでには、少し時間がかかります。サイト管理者の Karl Battams 氏はアメリカ海軍天文台関連の仕事をしているようですが、SOHO 彗星関連の専属ではなく、本業の合間に、SOHO 彗星の確定の作業や位置の測定を行っているために、時間がかかっているのだと思われます。以前は2ヶ月置きくらいで発表が行われていましたが、最近は少し早くなり、月に2回くらいのペースで発表されています。

9.【国際天文学連合の認識符号の登録】

SOHO 彗星番号が確定した彗星は、その後、Karl Battams 氏と助手の H. Dennison 氏の両名によって位置の測定が行われ、その殆どは B.G.Marsden 氏によって軌道の確定が行われます。認識符号が登録されるのは、SOHO 彗星番号が確定してから、数ヶ月を要しますが、この登録は MPEC に掲載されますので、時々確認をするとよいでしょう。登録された SOHO 彗星には、SWAN 彗星や STEREO 彗星と同様、発見者の名前は付きません。認識符号のあとに SOHO が付く表示となります。(例 C/2010 K7 SOHO)

10.【その他の留意点】

以上、画像の取込みから、認識符号の登録までの、大まかな流れを記しましたが、その他、幾つか留意すべき点がありますので、お伝えしておきたいと思います。

報告サイトですが、このサイトが時々、ダウンすることがあります。彗星らしき移動する光点を見付けて、いざ、報告しようとする、サイトが使えないといったことが、結構、頻繁にあるのです。その場合の通報方法ですが、残された方法が二通りあります。一つはサイトの管理者である Karl Battams 氏に直接メールで連絡する方法です。メールアドレスは、サイトによれば sungrazer@nrl.navy.mil となっているようです。それと、もう一つの方法は、SOHO 彗星ハンターの情報交換に使用されている Yahoo(米国)の下記のサイトを利用するという方法です。このサイトに書き込みをする場合は、最初にメンバー登録をしてから書き込みをします。私も、報告サイトがダウンした場合には、この方法を取ります。こちらのサイトを利用する場合も、報告した情報が間違いであった場合には、当然ながら、その旨を後で書き込む必要があります。

<http://tech.groups.yahoo.com/group/sohohunter/>

同時発見として、独立発見とみなされる時間的な猶予は 10 秒とされており、第一報告者の通報から 10 秒以内であれば、同時発見者として取り扱われます。私も、つい最近、第一通報者に 20 秒遅れで報告した彗星がありましたが、残念ながら、私の報告は認められませんでした。ほんのちょっとした作業の遅れが成否を決定してしまうという事例です。

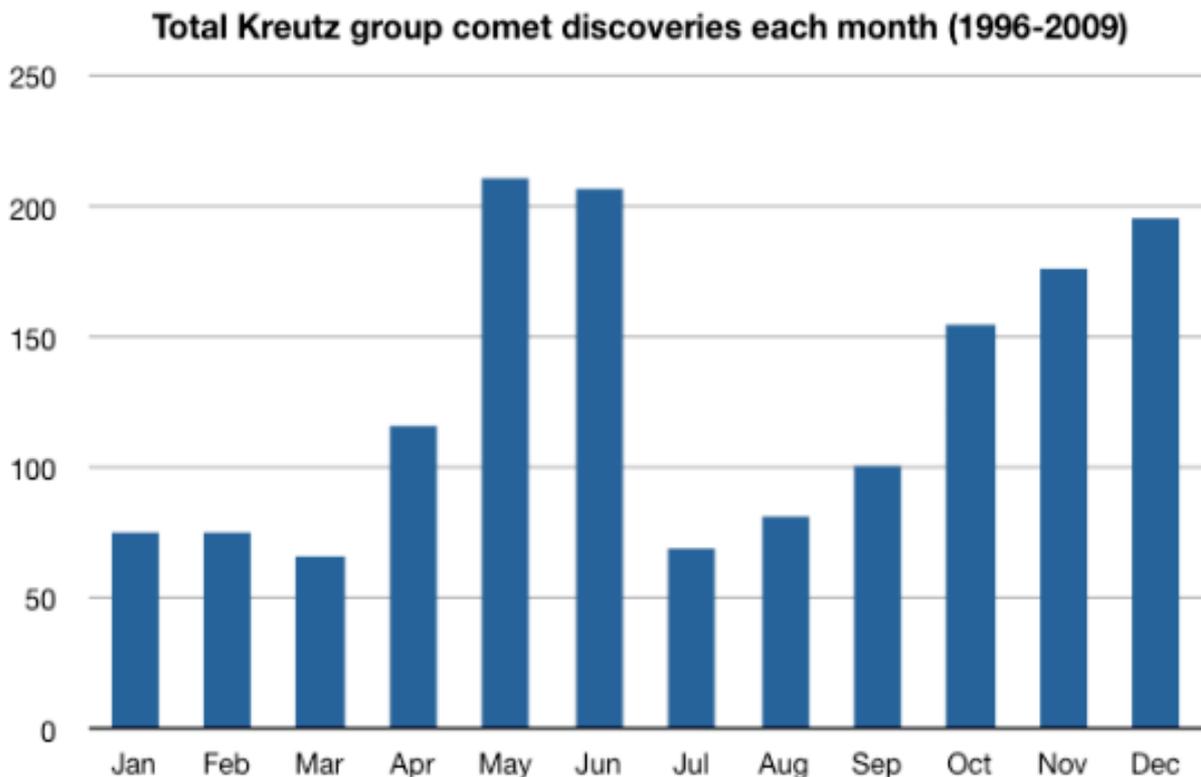
発見への近道は、SOHO 彗星のイメージを早く覚えることです。他のハンターの発見した彗星の画像はすべてファイルに蓄積していきます。そして彗星が見え始めるときのいろんなイメージを頭に入れておきます。そうすることで、画像の中にある微かな彗星の光芒も逃さずに捉えられるようになります。

場合によっては 1 秒を争うこともあります。如何に早く画像を取り込み、チェック出来る状況を作るか、早く報告をする態勢を作るかということも大事です。私の場合、捜索を開始してまもなく、利用しているプロバイダーでは最も高速なプランに変更しました。また、パソコンは 2 台を使用し、1 台は報告専用としています。そのパソコンには、

予め、報告のフォームに既知の必要事項を入力して、いつでも位置情報を入力出来るようにしています。しかし、それでも一筋縄ではいかないのが現状です。

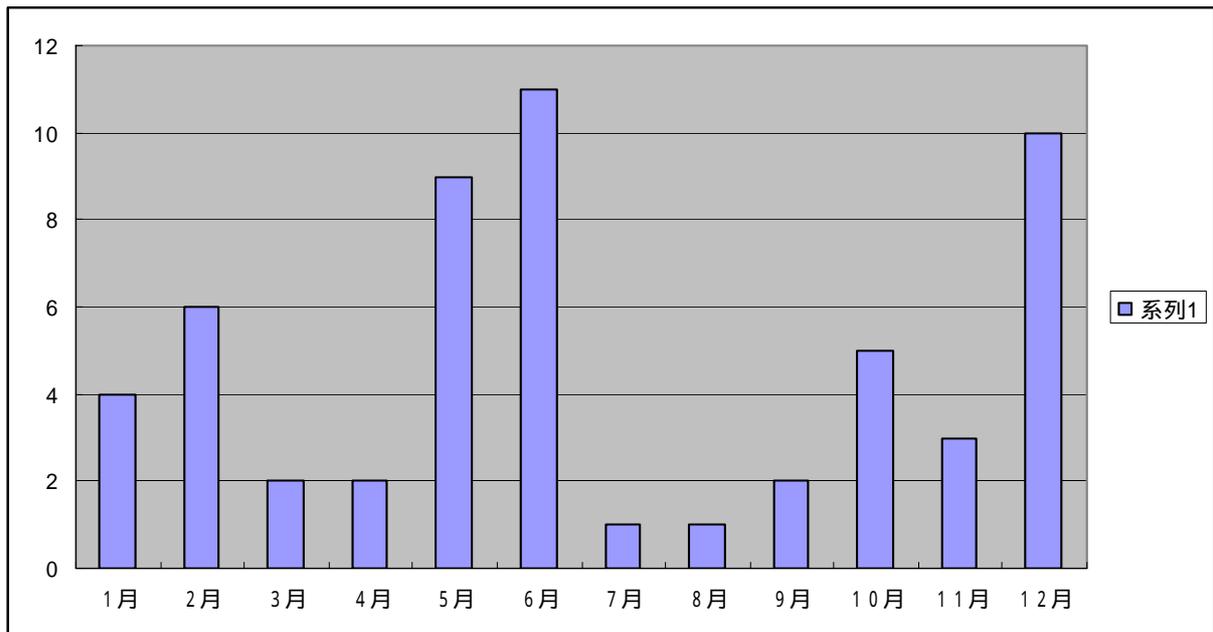
SOHO の画像がアップロードされる時間帯には傾向があります。しかし、常に同じとは限らず、これまでも何度も変わってきています。また、そのペースも一定ではありません。最近、深夜 0 時頃から約 8 時間、そして 16 時頃から約 3 時間の間、画像がアップロードされているようです。日本に検索者が少ないのはこういうことが理由なのかも知れません。検索時間を長く取ろうとすれば、工夫も必要だろうと思います。

SOHO 彗星の大部分を占めるのは Kreutz 群の彗星ですが、その発見数は年間を通じてみると月によって傾向が見られます。下記は前述のサイト(管理者 Karl Battams 氏)に掲載されているグラフですが、5 月～6 月にかけてと、10 月～12 月にかけての発見が多いということが分かります。彗星は近日点に近づくにつれて明るくなりますが、黄道面の南側からやってくる Kreutz 群は、丁度、この時期に見やすいということが理由と考えられています。これから年末にかけては発見のチャンスということになります。



また、下記のグラフは、私が平成 19 年 2 月 1 日から、この原稿を書いている平成 22 年 10 月 18 日の間に検出した SOHO 彗星の月別発見数ですが、傾向としては、やはり、上記のグラフに、近いということがお分かり頂けると思います。

内那が検出した SOHO 彗星の月別発見数(H19.2.1 ~ H22.10.18)



この中には2月に2個、12月に1個、計3個の Non-group の彗星を含みます。

STEREO 彗星との関連について留意しなければならないことがあります。これ迄にも、いくつかの彗星が STEREO 衛星の画像から発見された後に、SOHO の画像に飛び込んできました。中でも、今年1月の初めに出現した非常に明るい、Kreutz 群の彗星はご覧になった方もいらっしゃるでしょう。この彗星はオーストラリアの Alan Watson によって STEREO 衛星が撮影した HI-1A の画像から発見された彗星ですが、このように明るい彗星は SOHO の画像に出現する以前に STEREO 衛星の画像から発見されることがあります。私が C2 の中に検出した比較的明るい Kreutz 群の彗星が、実は、STEREO 衛星の画像で既に発見されていた彗星であったということもありました。この彗星は C3 の画像には見えていなかったため、てっきり、未発見の彗星と思ったのでした。10月上旬から3月中旬くらいまでは、Kreutz 群は STEREO 衛星のカバー出来る範囲に出現しますので、特に明るい彗星の場合は、STEREO 彗星の発見情報にも注意を向ける必要があります。STEREO 彗星に関する情報は下記の Yahoo(米国)のサイトで確認することが出来ますが、書き込むにはメンバー登録が必要です。

<http://tech.groups.yahoo.com/group/stereohunter/>

「成果を得るには、常に最新の画像の前に、自分の身を置く」ということを念頭に置きながら、僅かな時間でも、時間があれば、搜索作業を行なうようにしています。限られたパソコン画面の中での競争ですので、そういう心構えも、私は必要かと思っています。

(終わりに)

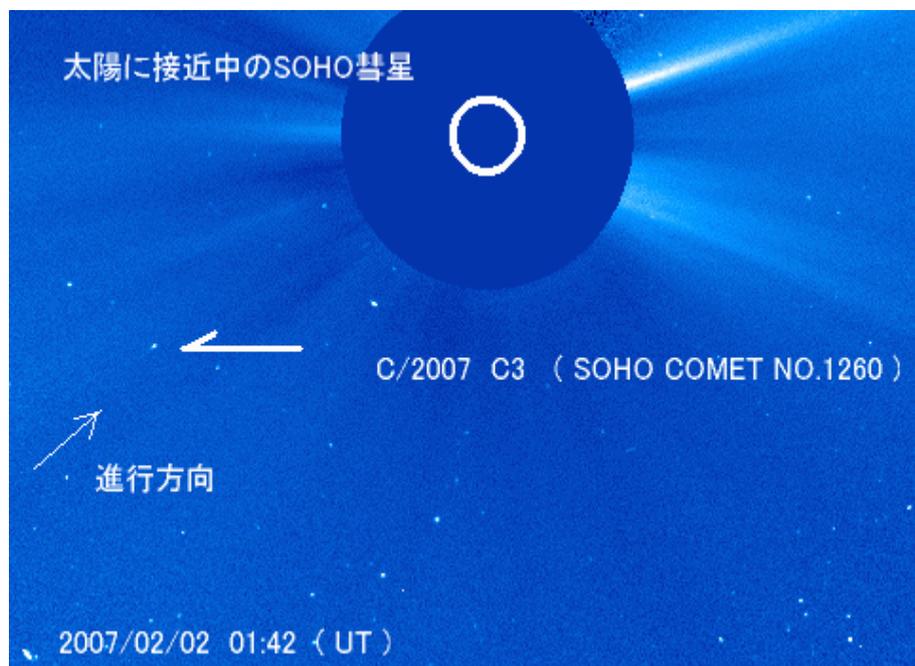
SOHO 彗星の搜索法について、思い付くままに書いてしまいましたが、お伝えしなければいけないことは、ほぼ、記したつもりです。関連サイトに関しては、URL の紹介だけで、詳細な説明は省略しましたが、あとは実際に SOHO 彗星の搜索を行なっていく中で、必要

に応じてご覧になって頂ければと思います。

これまで2度の大きなトラブルを乗り越えてきた SOHO 衛星は、運用期限の延長を繰り返しながら、現在も観測を行なっていますが、状況としては、機器の寿命を既に越えて何とか動いている状態だと思われます。サングレーザープロジェクトの資金も、今年5月頃に1年分は確保出来たものの、その後のことはどうなるか分かりません。担当の Karl Battams 氏は、更に、その後の資金確保に努めるとは言っていますが、SOHO 衛星の運用が停止すれば、そこで終焉を迎えるということになります。したがって、残された時間は少ないとも思えます。もし、これから SOHO 彗星の搜索を始めようという方は、少しでも早く着手されたほうがよいでしょう。嘗ては彗星王国と言われた日本も、こと SOHO 彗星に関してはかなり後発で、SWAN 彗星以外では、日本人の発見者は私一人という寂しい状況にあります。これを機に、少しでも多くの方が、SOHO 彗星の搜索に興味を持って頂いて搜索活動に参入して頂ければ、心強い限りです。以上、取り留めもなく書いてしまいましたが、何かの参考になれば幸甚でございます。またご不明な点がございましたら、ご連絡を頂ければと思います。なお、メールアドレスは、subaru45@oct-net.ne.jp です。

私が検出に関わった最初の彗星が太陽に接近しつつある様子です。

Kreutz 群の彗星はこのように太陽に飛び込んで蒸発してしまいます。左下方向に微かに尾が伸びているのが分かりますが、SOHO 彗星の中では大きい部類の彗星で、殆どの彗星はもっと暗い彗星です。



(元画像 NASA)

H22.10.18 記

(追記) 前述の B.G.Marsden 氏は 11月18日に逝去されました。SOHO 彗星と STEREO 彗星の軌道決定の業務は現在、M.Rudenko 氏が引き継いで、担当されています。