

Halosim 3.6 基本操作ガイド

- by Akio.Murai -

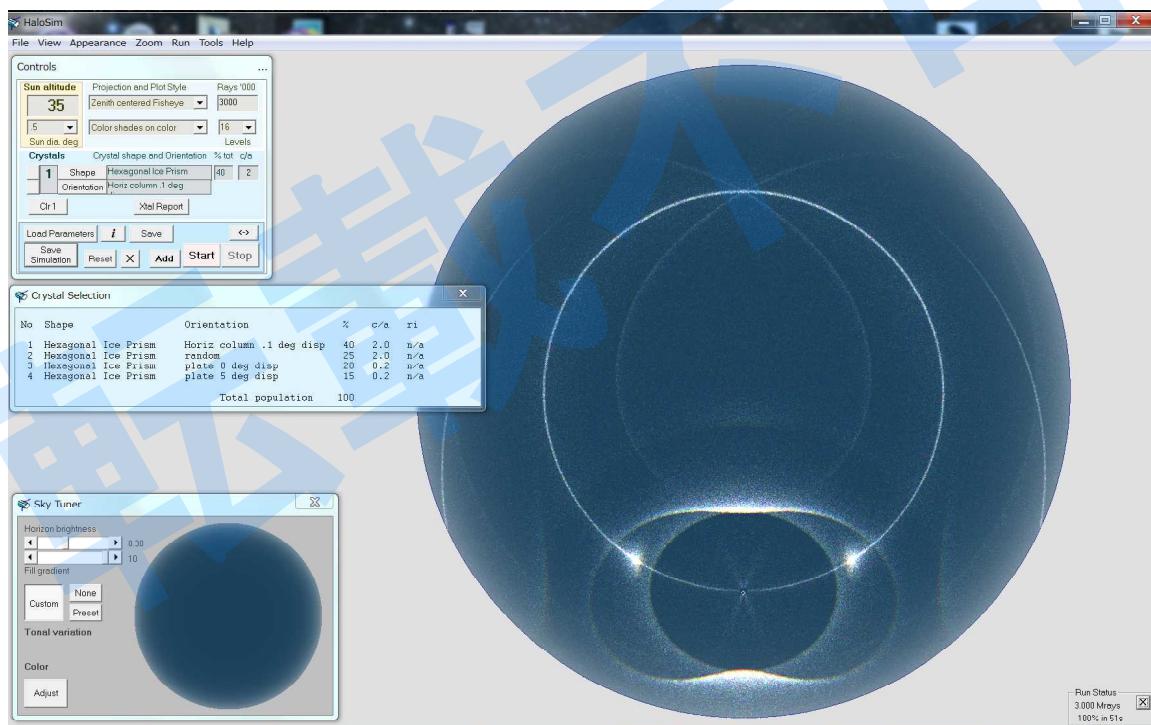
2019年10月版

Halosim は氷晶による Halo や Arc をシミュレートするフリーのソフトウェア。どんな太陽高度のときに、どのような氷晶で、どのような大気光象が出現するのかを明瞭に描き出してくれます。まさに大気光象の観察者には必須！のアイテム。

とはいっても、あまりに多機能で自由度が高く、設定項目も多いため、はじめはわかりにくいのも事実。

このガイドでは、メインの Control パネルを中心に設定を行って、「とりあえずシミュレートを動かせる」までの手順を解説します。

Halosim を使いたい人は、まず、このガイドの順に操作をしてみて、Halosim の操作に慣れましょう。



本マニュアルは Halosim3.6 のヘルプを元に村井が再構成し作成したものです。

個人で楽しむ以外の目的 = 「再配布」「引用」「転用」等は禁止します。

「Halosim 3.6 基本操作ガイド」 Index

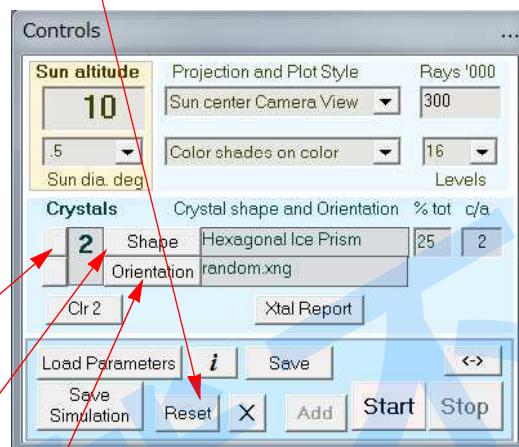
- A. シミュレーションのセットアップ P.2
- B. シミュレーション・パラメーターの設定 P.5
- C. 結晶の形状と姿勢について P.9

A. シミュレーションのセットアップ

Halosim を起動し、シミュレーションをいくつか実行して試してみましょう。

「Controls」パネルの設定の一部を変更しながら、その効果を確認します。

まず controls パネルの「Reset」をクリック。設定がデフォルトに復元され、シミュレーション準備が完了します。



1) 「結晶No」を変更

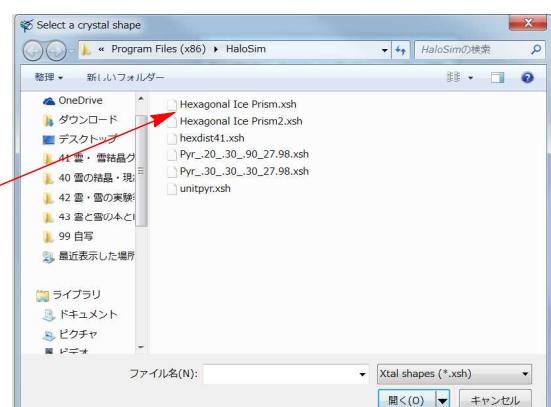
「Crystals」セクションの左側の上下コントロールボタンを使用して。まず「1」が表示されるまでコントロールをクリックします。

2) 結晶の形状を選択

「Shape」ボタンをクリックするとダイアログボックスが開き、使用可能な結晶形状ファイルが表示されます。形状ファイルは Halosim プログラムのホームディレクトリに格納されています。

ここでは「Hexagonal Ice Prism.xsh」を選択します。

(通常のハロは全てこの Hexagonal Ice Prism だけでシミュレートすることができる)

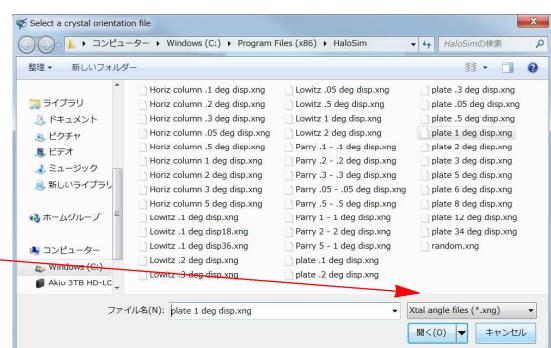


3) 次に、結晶の姿勢を選択

「Orientation (姿勢)」ボタンをクリックします。ダイヤログボックスが再び開き、利用可能な Orientation (姿勢) ファイルが表示されます。

ここでは「Random.xan」を選択します。(結晶はランダムな姿勢で空中に分布している状態になる)

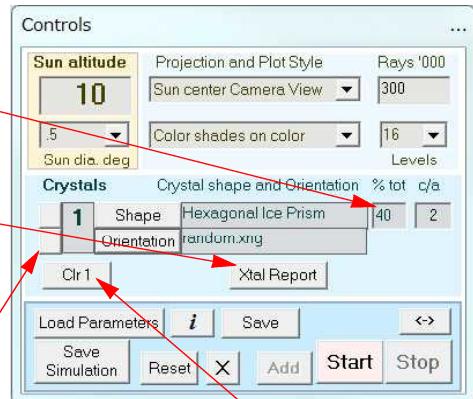
(Web サイト AtmosphericOptics には、さまざまな結晶の姿勢の効果について説明されています)



4) 各チャネルに割り当てる各結晶の割合を確認・設定
まずは「%tot」ボックスの表示を確認します。

次に「Xtal Report」ボタンをクリックします。
現在（デフォルトで）設定されている結晶の一覧が見られます。（下の場合、1~4 の結晶がそれぞれ 40% 25% 20% 15% の割合で存在する設定だという意味を示している）

| No | Shape | Orientation | % | c/a | ri |
|------------------|---------------------|------------------|-----|-----|-----|
| 1 | Hexagonal Ice Prism | random | 40 | 2.0 | n/a |
| 2 | Hexagonal Ice Prism | random | 25 | 2.0 | n/a |
| 3 | Hexagonal Ice Prism | plate 8 deg disp | 20 | 0.2 | n/a |
| 4 | Hexagonal Ice Prism | plate 5 deg disp | 15 | 0.2 | n/a |
| Total population | | | 100 | | |

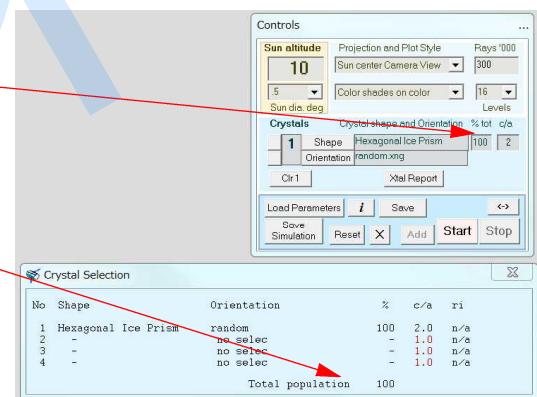


コントロールパネルで、「Crystals」の下にある上下ボタンをクリックし Crystal2 を選択します。「Clr 2」ボタンをクリックしてクリアします。Crystal3,4 についても同様に繰り返しクリアします。これで「Xtal Report」には、No1 が 1つだけ表示されるはずです（下図）

| No | Shape | Orientation | % | c/a | ri |
|------------------|---------------------|-------------|----|-----|-----|
| 1 | Hexagonal Ice Prism | random | 40 | 2.0 | n/a |
| 2 | - | no selec | - | 1.0 | n/a |
| 3 | - | no selec | - | 1.0 | n/a |
| 4 | - | no selec | - | 1.0 | n/a |
| Total population | | | 40 | | |

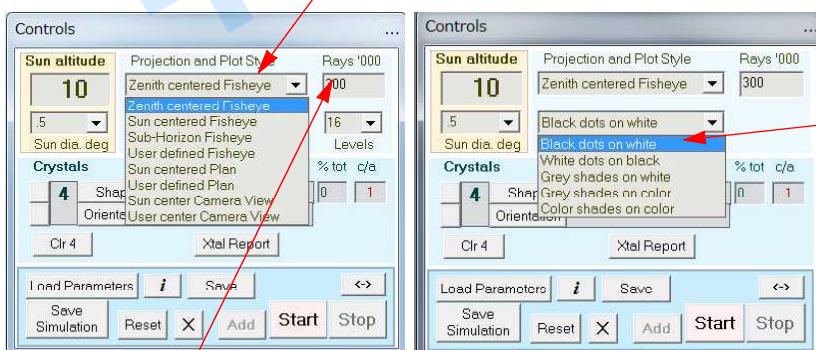
シミュレーションを行う際には、必ず結晶の Total Population が 100 % になるように結晶の割合を設定しなければなりません。

そこで、
コントロールパネルの Crystal 1 の「%tot」に 100 を入力すると、Total Population が 100 % になります。
(このとき空中に存在している氷晶は 100 % 「六角柱」で「姿勢がランダム」であると言ふことになる。)



5) ディスプレイタイプ（投影方法）を選択

今回はコントロールの「Projection and Plot Style」のプルダウンメニューから「Zenith centered Fisheye」を選択します。（天頂を中心に魚眼レンズ視野で投影される）



6) プロット色を設定

ここでは「Black dots on white」を選択してみます。これは「白色のバックに黒の点を打つ」表示方法です。（カラー表示を選択すると色も再現されるがシミュレーションに時間がかかることがある。）

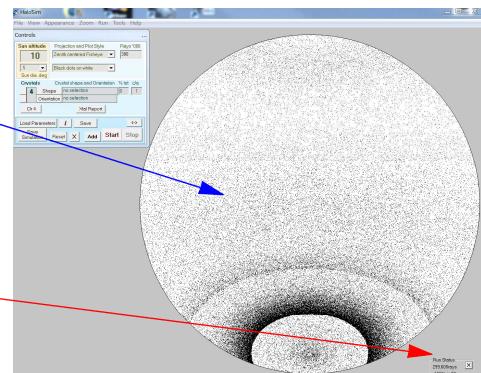
7) シミュレートする光線の数を入力

「Rays '000' box」に数値を入れます。例えば 300 と入力すると、結晶を通る 300000 の光線が計算されることになります（=シミュレーション上に 300000 個のドットが打たれる）。

8) シミュレートを開始

「Start」ボタンをクリック。今回の設定では「ランダムな姿勢」の「六角柱」の氷結晶によって、22 度と 46 度の円形のハロが描かれます。氷晶から出る各光線は黒い点としてプロットされます。シミュレーションの円の中央が天頂です。

右下の「ステータス」パネルには、シミュレーションの完了と所要時間が表示されます。



9) 氷晶の形状を変更する

「c/a 比」ボックスに 4 と入力すると、六角柱の長さ (c 軸長) は断面 (a 軸長) の 4 倍の長さに設定されます。(「c/a 比」とは、六角柱の「長さ:c 軸長」と「幅:a 軸長」の比)

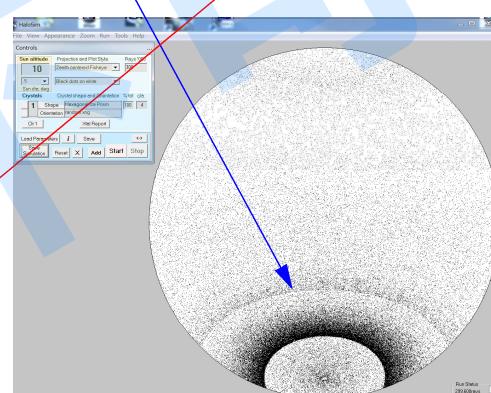
「Start」ボタンをクリックし再実行します。「c/a 比」が大きくなつた(つまり六角柱が細長くなった)ことで 46 度ハロを形成する原因となる結晶の「底面を通過する光」の量が少なくなるために、46 度のハロがうすくなります。



10) 異なるハロをつくる

「Orientation」ボタンをもう一度クリックして、「Horiz column 1deg dispersion」を選択します。この設定では、氷晶は c 軸がほぼ水平の六角柱で、「1deg dispersion =1 度の分散」をもって漂っている状態を再現しています。(「1deg dispersion」とは結晶の c 軸の傾斜が 1 度の標準偏差を持って存在していることを示している)。

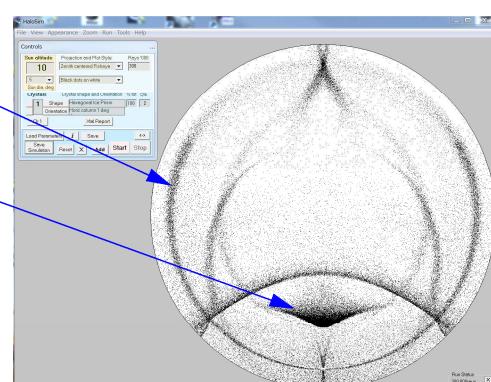
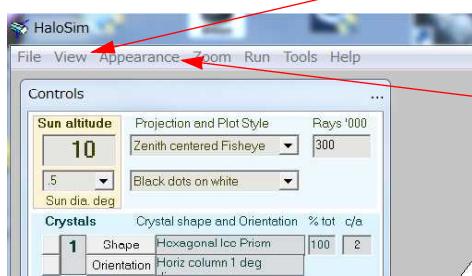
「c / a ratio」ボックスに 2 を入力します。これで六角柱氷晶は直径の 2 倍の長さになります。



「Start」をクリックします。メインのハロは、22 度のハロの上下のタングエントアークに変わります。幻日環も生成されます。Halosim は、設定した結晶の「形状」と「姿勢」によって起こりうるすべてのハロを同時に生成します。

11) Controlパネルの表示・非表示

コントロールパネルが邪魔になる場合は、パネル下部にある「X」ボタンをクリックして非表示にします。パネルは Halosim のメニューバー「View」 「Control panel F3」をクリックすれば再表示できます。



シミュレーションは、画面の右側に移動すると、より見やすくなります。中央にある場合はメインメニューの「Appearance」に移動し、「Offset Simulation」をクリックします。次回からのシミュレーションは右にオフセット表示されます。

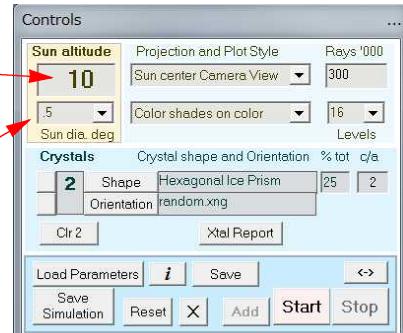
B. シミュレーション・パラメーターの設定

(デフォルトでは一部のコントロール内容は表示されていません。表示をカスタマイズするには、メインメニューに移動し、「Tools」、「Options」の順にクリックして設定します。)

1) Sun Altitude : 太陽高度の設定

コントロールパネルの左上にある黄色の「Sun」セクションのボックスの値を変更すると太陽高度を変更できます。単位は度です。

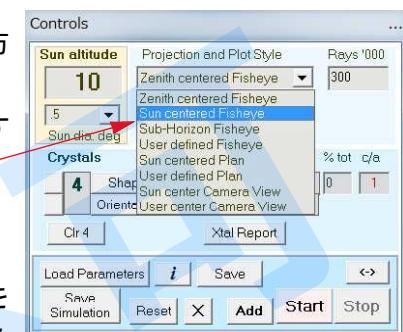
(この他、多くの設定はシミュレーションの実行中は変更できません)。



2) Sun or Light source Diameter : 光源の直径の設定

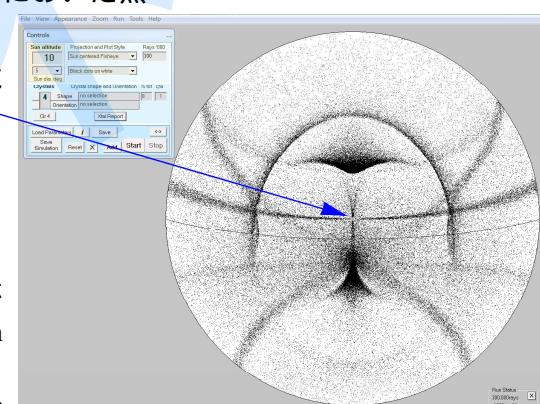
初期値：0.5（度）は、地球の空に現れるハロを再現します（太陽の視直径が0.5度であるため）。ただし、値が0（点光源）の方が明瞭で便利な場合もあります。

他の値、たとえば火星や木星や土星の月のハロをシミュレートするには、光源の見かけの直径を度で入力します。



3) Projection and Plot Style : 投影方法の設定

現在「Zenith centered Fisheye」と表示されているボックス内の矢印をクリックして、表示を「Sun centered fisheye：太陽を中心においた魚眼」に変更してください。もう一度「開始」をクリックして、新しいビューを表示すると視野の中央が太陽のシミュレーションが生成されます。（この場合、実際には見えない地平線下のハロも再現される）

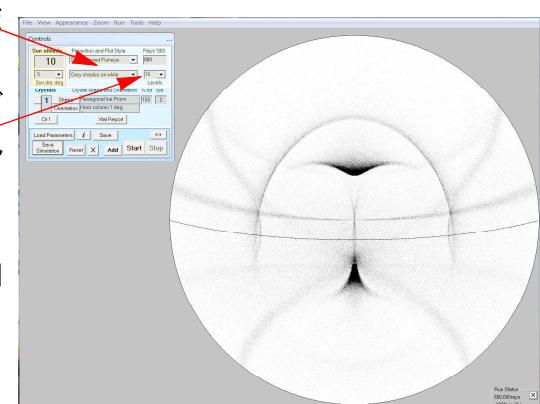


4) Levels : 明るさ・精細さ設定

多彩な輝度レベルを使うことで、さらに高精細な表示が可能になります。ここでは Plot style: 「Black dots on white」を「Grey shades on white」に変更します。

このオプションを実行するときは、さらに多くの光線が必要になります。数を800,000に変更します（Rays Boxに800を入力します）。オリエンテーションファイルを「Horiz column 1deg disp」のままにしてください。

「Start」をクリックして再度実行すると、ハロ強度がグレーのグラデーションでより精細に、滑らかに表示されます。

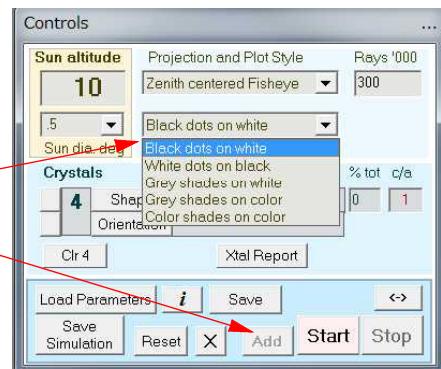


LEVELSの数を最大256まで増やすことで、さらに精細度を向上させることができます。

この場合、光線の数は100万以上に増やす必要があります。シミュレーション完了までの時間も長くなります。忍耐強く、スムーズなシミュレーションが表示されるのを待ちます。光線の数を50,000,000などの大きな数に設定しておき、必要な強度に達したときにシミュレーションを停止することもできます。

5) Add : 光線の追加

大規模なシミュレーションを実施しても、さらに多くの光線が必要になることもあります。シミュレーションが完了した後、必要な光線の数を選択し、「Add」ボタンをクリックすることで、あとから光線を追加することができます。



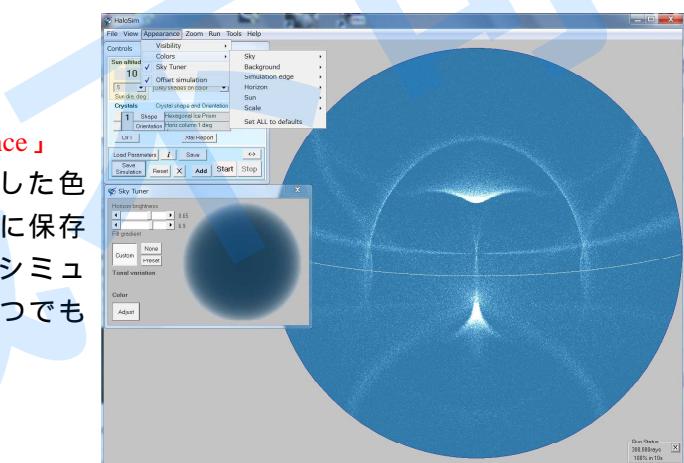
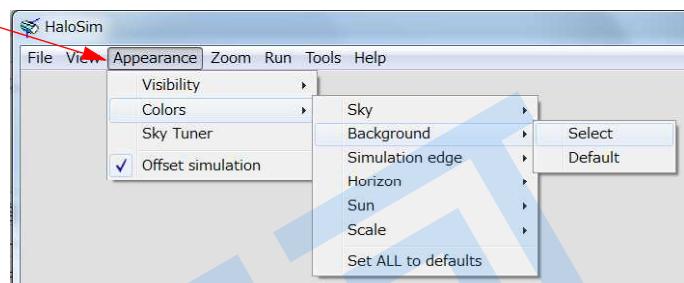
6) Coloured back ground : 背景色の設定とスカイ・チューナー

二

表示方法を「Grey shades on color」に変更します。これにより、上部メニューバーの「Appearance」から「Colors」「Back Ground」を選択すると、選択した色を背景にしてハロを表示できるようになります。

デフォルトの背景は濃い青ですが、任意の色に変更できます。その他「Color」メニューでは地平線や太陽の色などを自由に設定できます（下記 Other Colours 参照）。

また「Sky Tuner」を使えば、さらに地平線の明るさなど詳細な設定も行うことができます。



7) Other Colours : その他の色の設定

水平線、太陽、エッジの色などを「Appearance」「Colors」メニューから変更できます。選択した色は、他のシミュレーションパラメーターと共に保存されます（後述）。また、選択した色は再度シミュレーション行われると表示されます。色はいつでもデフォルト設定に戻すことができます。

The extended panel (拡張パネル) 部

Control パネルの<>ボタンをクリックするとパネルが拡張されます。

8) Symmetry Button : 対称設定

拡張パネルには、2つの Symmetry ボタン：「LR：子午線対称」と「Ang：回転対称」が表示されます。

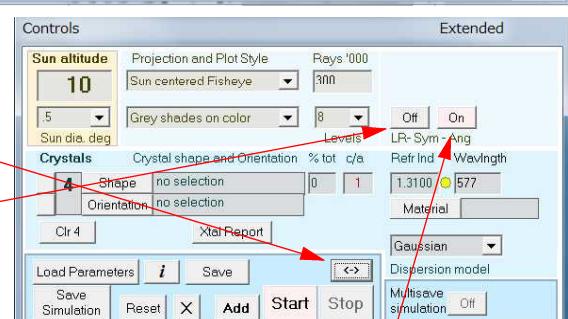
LR：子午線対称ボタン

「LR」をクリックして「オン」「オフ」を切り替えます。

ほとんどのハロは、太陽を通過する子午線に対して左右対称です。「オン」のボタンをクリックすると、この対称性を使うことで、ほぼ2倍の速度でシミュレーションを行うことができます。ただし、最も精巧な結果を得るためにには、Symmetry を OFF にし、多数の光線とグレースケールを使用します。

Angular symmetry : 回転対称設定

ランダムに配向した結晶からのハロは、太陽に関して対称に現れます。「Ang」ボタンを「on」に



設定すると、ハロをプロットする時間を非常に短縮できます。このオプションを選択した場合、「LR」 = 子午線対称オプションを「on」に設定しても利点はありません。

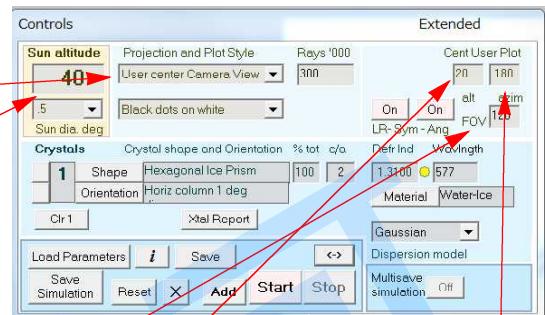
シミュレーションを開始すると、両ボタン設定が自動的に変更されることがあります。Halosim は、対称オプションが物理的に現実的かどうかを確認し、そうでない場合は自動的に変更します。このため、本当に低速で円形のハローをシミュレートする場合を除き、「Angular symmetry」：対称ボタンを「オフ」にする必要はありません。

対称オプションが有効になっている場合も、正確性は失われません。

9) User selected View Direction : 視線方向の選択

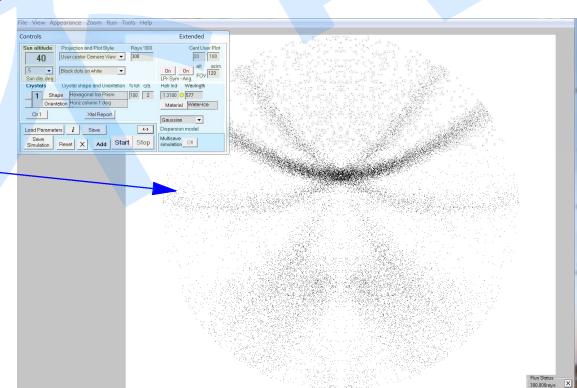
ユーザーの視線方向をコントロールします。

「User center Camera View」を選択します。これは視点を天球の中央においた状態でカメラによって取得される視界を意味します。最初は高速シミュレーションが適しています。姿勢ファイルは「Horiz column 1deg dispersion」のままにしておきます。



太陽高度：Sun altitude を 40 度に設定、カメラの視界方向を高度：altitude20 度、方位角：azimuth180 度に設定します。

実行：Start すると「カメラ」が太陽と正反対方向を向き、20 °で見上げるようにシミュレートされ、太陽と反対方向に出現するさまざまなハロ：幻日環、対日点、トリッカー、およびディフューズアークなどが表示されます。



Field of View 設定 (FOV)を使用して、表示を拡大することができます。(メニューの ZOOM を使うこともできます)。

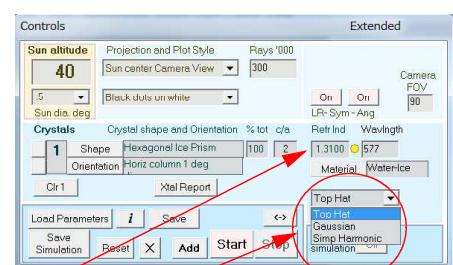
以下 10 ~ 12 の設定は通常は（よほどのマニアじゃない限り）使用する必要がありません。

10) Dispersion Model : 氷晶の姿勢のばらつき分散モデル設定

姿勢ファイル名には、結晶が正確な優先方位から逸脱する量の値が含まれています。Halosim は指示に従い、下の 3 つの分散モデルのいずれかを適用します

- 1) GAUSSIAN
- 2) TOP HAT or HEAVYSIDE
- 3) SIMPLE HARMONIC OSCILLATOR

通常は GAUSSIAN は使用し、このときファイル分散値は分布の標準偏差です。他のモデルを使用することでハロの外観に対する影響を調べることができます。



コントロールボックスの「拡張」部分のボックスから distribution タイプを選択します。

ファイル分散値は標準偏差ですが、通常はデフォルトの Gaussian で OK です。

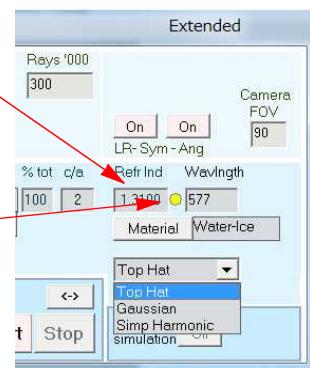
11) Refraction Index / Wave length : 屈折率と波長の設定

氷晶の屈折率とシミュレートする光の波長を設定できます。1.31 と 577 のデフォルト値がボックスに表示されています。これは、氷と 580 nm の黄色の光の屈折率と波長です。（通常はこの設定で充分です）

屈折率ボックスと波長ボックスはリンクしており、いずれか片方の値が変更されると、もう一方も変更され、選択された物質に対応する値が表示されます。

間の円は、表示されている波長に対応する色を示しています（577nm=黄色）。

HaloSim は屈折率のみを使用するため、色と波長の違いを無視することができます。

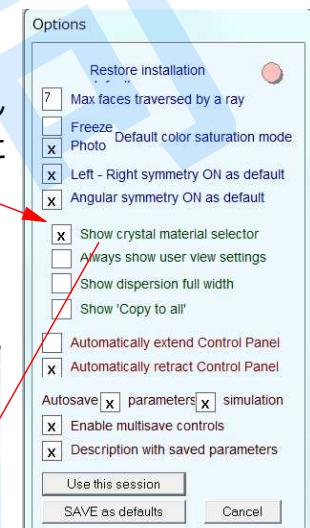


これらのコントロールエリアは、フルカラーシミュレーションが指定されている場合は表示されません。フルカラーシミュレーションにはすべての可視波長と屈折率データが必要で、Halosim は選択された「物質」から直接取得するためです。

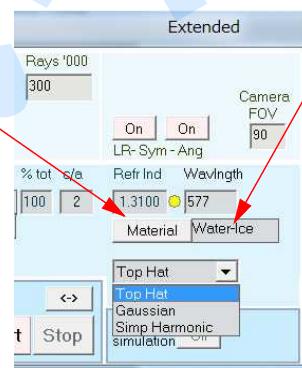
12) Material : 氷晶物質の選択ボタン

メインウィンドウの「Tools」タブの「Options」内のセレクターを ON にしておくとメニューが表示されます。デフォルトでは、物質は通常の氷になっています。

このボタンを使用すると、特定の水晶に異なる物質を選択することが可能。複数の材料の結晶の混合物の表示を計算することができる。



そのためには、材料ごとに屈折率を記述するファイルを作成する必要があります。



Murai 注：通常、マテリアルにデフォルト（つまり氷）以外を使用することができないので、この項目の詳細は省略します。

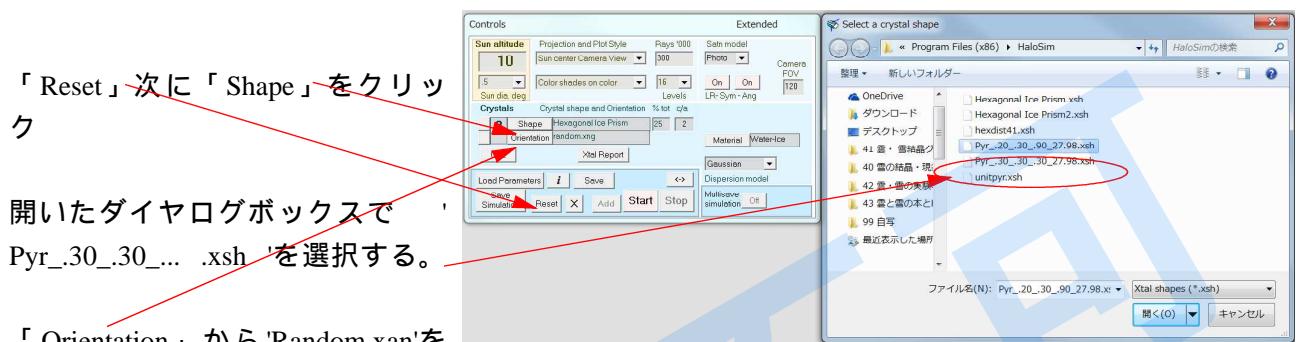
C. その他の結晶形=ピラミダル結晶と姿勢の選択

一般的な六角柱の氷晶は Shape 「Hexagonal Ice Prism.xsh」ファイルで全てシミュレートできます。c/a 比（または軸比）は、「コントロールパネル」からプログラム内で設定できます。デフォルト値は 1（つまり長さと直径が等しい結晶）です。

1) ピラミダル結晶を使ったシミュレート

いくつかの特殊なハロはピラミッド型の氷晶によって形成されます。それぞれの晶相を記述するには、異なる結晶形状ファイルが必要です。

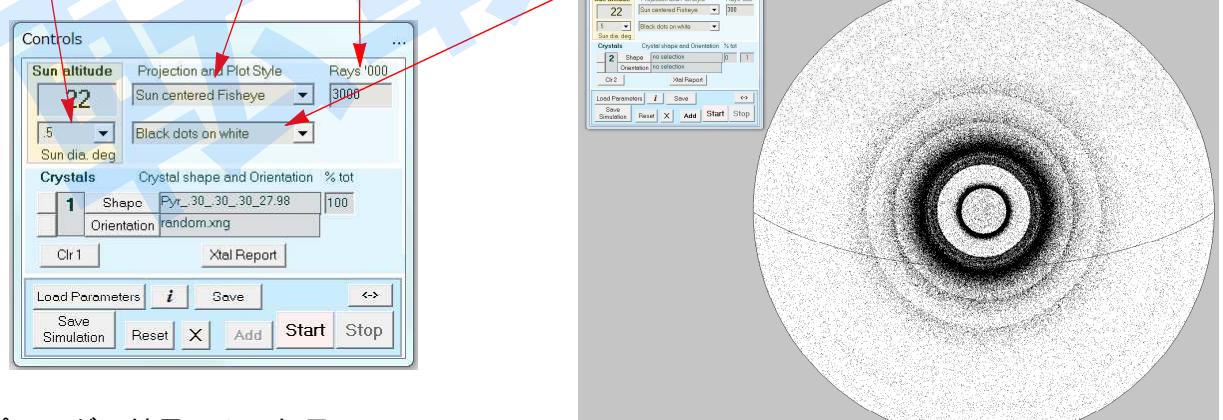
1つはファイル中に設定されている「Pyr_.30_.30_... .xsh」であり、他のさまざまな形状はヘルプで説明する「Pyramid Maker」を使用して自由に作成することができます。



太陽高度を 22 度に設定し光線数を入力する（3000 程度）

プロットスタイルを "Sun centered fisheye" 、ディスプレイモードを "Black dots on white" に設定

Start ボタンをクリックして、シミュレートを開始すると、太陽を中心とした「odd radius circular Halo」：特異な半径のハロ」が描き出される。

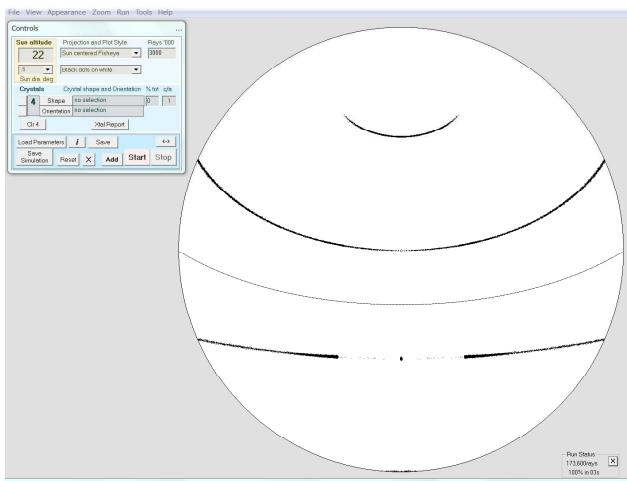


2) ピラミダル結晶による幻日

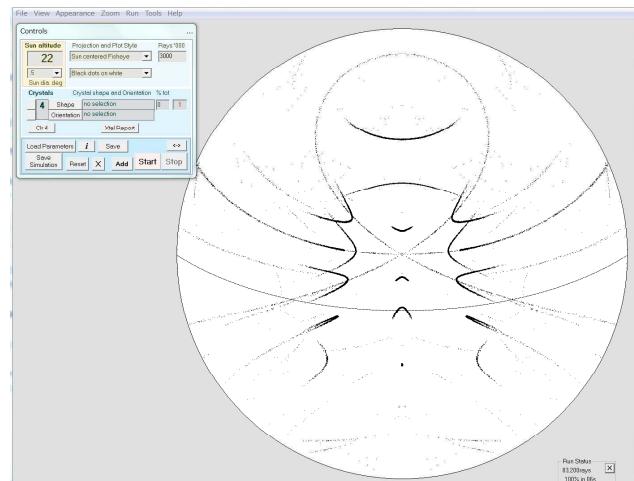
Shape で六角形の結晶「Hexagonal Ice Prism」を選択し、Orientation ファイル「Plate 1deg disp.xan」を選択すると、結晶底面がほぼ水平になるように指定されます。この設定でシミュレートを行うと、おなじみの幻日と環天頂アークを生成します。

しかし、同様の姿勢であっても、Shape でピラミッド型の結晶「Pyr_.30_.30_27.98.xsh」を選択すると、特異な半径のハロに対応するレアな幻日がシミュレートされます（次ページ図）。

六角板結晶 Hexagonal Ice Prismを使用した場合



ピラミダル結晶 Pyr_.30_.30_.30_27.98.xshの場合



ピラミダル結晶は、滅多に見られない特殊なハロを作り出します。

3) その他の結晶姿勢

Halosim には、すべての一般的な結晶方位のファイルがセットされています。

Random : ランダムな姿勢の結晶

Singly oriented columns (called 'Horiz column ...') : 水平な六角柱

Plates : 六角板状結晶

Parry oriented columns : パリー姿勢の六角柱

Lowitz oriented columns : ローウィツツ姿勢の六角柱

各タイプには、それぞれさまざまな角度分散（標準偏差）が設定され、必要であれば、「オリエンテーションファイルの作成」のヘルプの説明に従ってカスタムファイルを作成できます。

【Akio.Murai からのコメント】

Halosim は多機能であるが故に設定項目が多いので、最初は慣れないために操作が難しく感じます。しかし、特殊なハロや結晶を再現する場合を除き、基本的に使う設定は単純なので慣れれば操作自体は難しくありません。

しかし、Halosim で大気光象 = Halo や Arc をシミュレートするには、大気光象をつくる氷晶の「形状」や「姿勢」、「太陽高度の変化」が光象に及ぼす影響について、ユーザー側の基本的な知識が必要です。

例えば、板状の結晶「Plate」と柱状「Column」の違い、「Lowitz」や「Parry」の姿勢とは何か、また姿勢のゆらぎの大きさで何が起きるか、、、など。

この基本的な知識があって、Halosim が何をするのか、何かをさせたいときにどうすればよいのかが分かります。Halosim の本当のハードルの高さは、本当はそこにあるのです。

