

インターネット望遠鏡操作マニュアル

山本裕樹

慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクト

Internet-Telescope Users' Manual

Yuki YAMAMOTO

Keio University Internet-Telescope Project

概要

インターネット望遠鏡とは世界各地に望遠鏡を設置し、インターネットを通して天体観測しようというものです。インターネット望遠鏡を使えば、いつでもどこからでもリアルタイムで天体観測をすることができます。望遠鏡操作は全てWEBブラウザから行います。これはWEBブラウザ上の望遠鏡操作インターフェースのマニュアルです。

1 インターネット望遠鏡とは

2003年8月27日、21世紀最大の火星の大接近がありました。ニュースや新聞でしばしばこのような天文イベントが話題にのぼります。その度、「望遠鏡で見てみたいけれど、たまにしか使わないようなものを買うのはもったいない。わざわざ夜中に外へ出かけるのも面倒くさい。¹⁾」などと思ったことはありませんか？ インターネット望遠鏡を利用すると、いつでもどこからでも恒星・惑星・彗星などの天体をリアルタイムで簡単に観測することができます。高価な望遠鏡を購入する必要はありません。あなたが用意するのはインターネットに接続されたPCだけです。

我々のインターネット望遠鏡プロジェクト[1]は、世界各地に望遠鏡を設置しインターネットを通してこの望遠鏡で天体観測すること、さらにその観測を自然科学教育に生かすことを目

慶應義塾大学日吉物理学教室 (〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1) : Dept. of Phys. Keio Univ., 4-1-1 Hiyoshi, Kohoku-ku Yokohama 223-8521 Japan. [Received May 6, 2005]

¹⁾ もちろん、そういう苦労あつての天体観測なのですが。

指しています。現在、日本の府中市とUSAのニューヨーク市の2カ所にしか設置されていないため、いつでも星を見られるというわけにはいきませんが、将来はさらに設置場所を増やして24時間天体を観測できるようにする予定です。

この記事はWEBブラウザ上の望遠鏡操作インターフェースの使い方のマニュアルです。このマニュアルを通して、インターネット望遠鏡を操作するということがどういうものか、また、どういうことができるのかが少しでも伝わればいいと思います。現在はテスト段階なので、残念ながら一般に公開はしていません。是非使ってみたいという方は筆者にメール²⁾をください。

2 インターネット望遠鏡の構成

観測地にはガラスで上部が覆われた筐体が設置され、この中にメインスコープ（200mmシュミットカセグレン式反射望遠鏡）とサブスコープ（60mm屈折望遠鏡）の二つの望遠鏡が設置されています。サブスコープはメインスコープの上側に固定してあり、ファインダーの役割を果たします。サブスコープは広角なので天体の導入に適しています。メインスコープはサブスコープより倍率が高く、天体がより大きく映ります。スコープは電動の架台により水平線上のあらゆる方向を向くことができます。

各望遠鏡の接眼部にはそれぞれCCDカメラが取り付けられており、このカメラで得られた映像が配信されます。観測映像にはスライド方式（静止画）、ビデオ方式（動画）の2種類の配信方式があります。それぞれの配信方式は独立に望遠鏡を選択できます。例えばスライド方式でサブスコープ、ビデオ方式でメインスコープを選択ということができます。

望遠鏡操作は日吉に設置されたサーバー（認証サーバー）を介して望遠鏡に付設されたサーバー（望遠鏡サーバー）をコントロールすることで行われます。望遠鏡サーバーのプログラムは五藤光学の山腰 哲氏、認証サーバーのプログラムと望遠鏡操作インターフェースは筆者がそれぞれ開発しました。

3 動作環境

望遠鏡操作は全てPC上のWEBブラウザで行います。WEBブラウザはJavaScriptが使用可能でクッキーを受け付けるように設定してください。また、動画再生のためにWMV形式に対応したメディアプレイヤーもあった方が望ましいです。必要な環境は以下の通りです。

²⁾ yamamoto@phys-h.keio.ac.jp

モニタ	1024×768 (16bit color) 以上の解像度推奨
ネットワーク	1.5 Mbps以上推奨
WEBブラウザ	Internet Explorer 6以上, Mozilla, Firefox, Opera
メディアプレイヤー	Windows Media Player 9以上推奨

Windows XPで動作確認しています。LinuxでもMozilla (Firefox) + mozplugger + MPlayerの組み合わせで動作します。その他のOSでもMozilla, Firefoxを使えば動画以外は動作すると思われます。

4 インターネット望遠鏡を使用する前に

望遠鏡を使用するには、事前にユーザー登録が必要です。サイト管理者（現在は筆者）に登録を申し出てください。初めに述べたように現在テスト段階のため、ユーザー登録を許可するかどうかはこちらで判断させていただきます。

ユーザー名とパスワードを取得すると望遠鏡を使用できるようになります。望遠鏡使用開始から終了までの簡単な流れは次の通りです。

- ①ログインページにアクセス
- ②ユーザー名, パスワードを入力してログイン
- ③望遠鏡操作インターフェースで観測
- ④ログアウト

具体的には7チュートリアルを参照してください。

ネットワークの状況にもよりますが、望遠鏡操作コマンドを送ってから映像に反映されるまでタイムラグがあることを覚えておいてください。これは、ブラウザと望遠鏡間のデータ送受信と、CCDカメラの映像処理に時間がかかるためです。

また、望遠鏡はガラスを通して覗くため、映像にガラスの影響が残ってしまい、あまりシャープな映像は得られていません。そのうち何らかの対策を立てるつもりです。

5 ログインページ

ログインページからインターネット望遠鏡を操作開始したり、情報を得ることができます。上から世界地図, ログインパネル, 各種情報へのリンクとなっています。



5.1 ログイン

希望の観測地の望遠鏡が使用できるのは、そこが現在夜で天気が良く、他に使用中のユーザーがいない場合です。始めに表示される世界地図で観測地の大体の位置と、夜かどうかを確認できます。また、[望遠鏡の使用状況と天気](#)のリンクをクリックして観測地の現在の天気や、望遠鏡が使用中かどうかを知ることができます。

望遠鏡を使用するには、まず、ログインする必要があります。ログインパネルで観測場を選んで、ユーザー名とパスワードを入力し、[ログイン](#) ボタンをクリックしてください。ログイン処理が行われ、現在使用者がいなければ望遠鏡操作インターフェースが表示され望遠鏡操作開始です。

現在、一回の操作時間は30分です。ログアウト時間が来ると自動的にログアウト処理が行われログインページに戻ります。一カ所の望遠鏡を一度に使用できるユーザーは一人だけです。

ログアウト時間が来る前にログアウトするには望遠鏡操作ページのメニューで[ログアウト](#) ボタンをクリックしてログアウトして下さい。ログアウトしない限り、ログアウト時間までそのユーザーがログインしているとみなされます。その間、異なるユーザーはログインできず、同じユーザーのみが再ログインできます。

[望遠鏡を観覧](#) をクリックした先の観覧ページで観測画像を見ることができます。観覧ページではログインする必要がなく、誰でも見られます。観覧ページのインターフェースは望遠鏡操作インターフェースを流用しています。メニューの一番左側にある観測地セレクトで観測地を切り替えることができます。

5.2 パスワード変更と再発行

登録されたユーザーはパスワードの変更・再発行をクリックしてパスワードの変更と再発行をすることができます。

- パスワードを変更するには…

パスワード変更の所で現在使っているパスワードを旧パスワードへ入力し、新しく使いたいパスワードを新パスワードへ入力して[変更]ボタンをクリックするとパスワードが変更されます。

- パスワードを忘れた場合には…

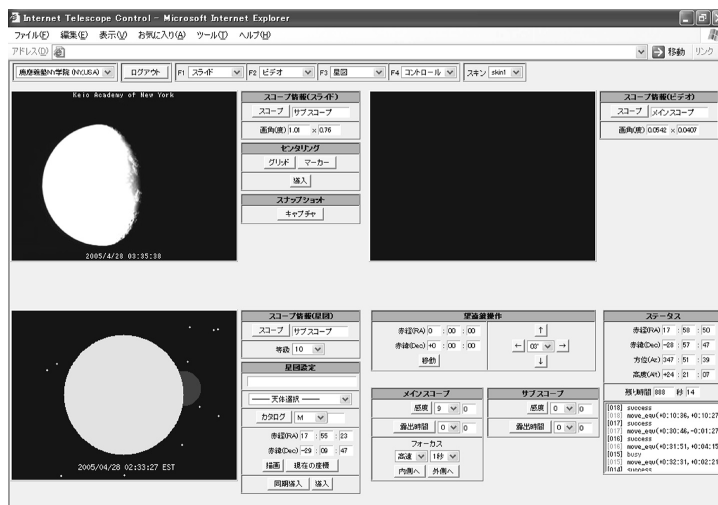
一時パスワード発行の所で登録してあるユーザー名とE-Mailを入力して[発行]ボタンをクリックしてください。E-Mailは登録時のものだけが有効です。ランダムに作成された一時パスワードが作成され、そのユーザー宛にメールで送られます。一時パスワードはパスワード変更用なので、一時パスワードではログインすることができません。パスワード変更の所でこの一時パスワードを旧パスワードとして新パスワードを設定して下さい。

5.3 その他

あらかじめ使いたい時間に望遠鏡の予約をすることができます。ただし、予約できるのは特定のユーザーのみです。予約を行うにはログインと同じように観測地を選んで、ユーザー名、パスワードを入力し、[ログイン]ボタンの代わりに[予約]ボタンをクリックしてください。

6 望遠鏡操作インターフェース

望遠鏡操作インターフェースは5つのフレームから成ります。一番上の横に長いフレームをメニューフレーム、その下の4つのフレームをそれぞれ観測フレーム (F1, F2, F3, F4) と言います。



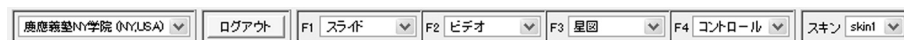
観測フレームのそれぞれには各種機能が割り当てられ、機能はメニューフレームで自由に入れ替えることができます。自分の使いやすいスタイルで使うとよいでしょう。初期状態での各フレームの機能は以下のように割り当てられています。

フレーム	機能
F1	スライド
F2	ビデオ
F3	星図
F4	コントロール

以下は各機能の説明です。

6.1 メニュー

左から観測場所、 ボタン、フレームセクタ (F1~F4)、スキンセクタと並んでいます。



- 観測場所

現在の観測場所を表示します。観覧ページではここが観測場所セクタとなり、観測場所の切り替えができます。

- ボタン

このボタンをクリックすることで観測を終了します。観測を終了するときには必ずこのボタンをクリックして終了して下さい。もし、このボタンをクリックせずにウィンドウを閉じると観測継続とみなされます。

- フレームセクタ

F1~F4がそれぞれ観測フレーム 1~4 に対応しています。それぞれのセクタで各フレームの機能を入れ替えることができます。選択できる機能は「スライド」、「ビデオ」、「星図」、「コントロール」、「空白」の5種類です。

- スキンセクタ

見栄えをある程度変更できます。

6.2 スライド

望遠鏡から配信される観測画像を静止画として見ることができます。左側が観測画像で、右側についているパネルは上からスコープ情報、センタリング、スナップショットです。



- 静止画像

画像は4秒おきに自動更新されます。インターネット経由であることから、ブラウザには数秒前遅れの画像が届くことに注意して下さい。つまり、操作が画像に反映されるまでタイムラグがあります。

- スコープ情報

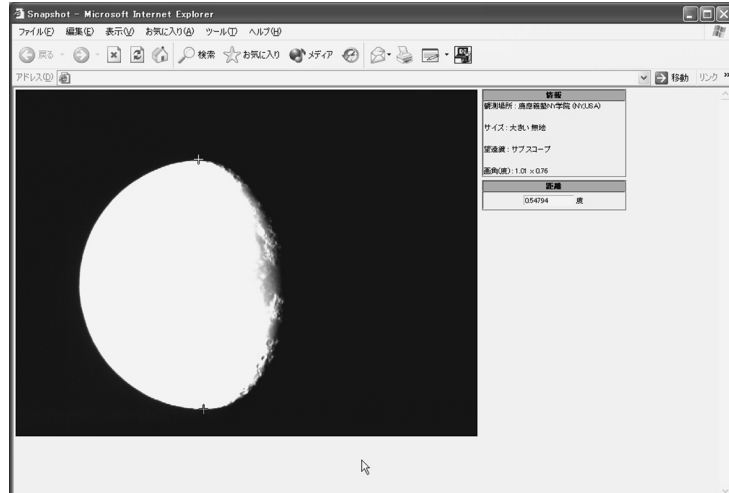
スコープ ボタンをクリックすることでサブとメインを切り替えることができます。そのすぐ右に表示されているのは現在選択されているスコープです。切り替わるまでタイムラグがあるので、**スコープ** ボタンを一回クリックしたらしばらく待って下さい。ボタンの下には現在選択されているスコープの画角が表示されます。

- センタリング

観測画像上をクリックしてその場所が画像の中心に来るように望遠鏡を移動させる機能です。この機能により速やかに天体を画像中央に導入することが可能になります。まず、画像の中心へ行っていきたい場所をクリックするとマーカー [+] が付きます。その状態で **導入** ボタンをクリックすると、その場所が画像の中心にくるように望遠鏡が移動します。ただし、導入精度に限界があるのである程度の誤差があります。**マーカー** ボタンでマーカーの表示・非表示を切り替えられます。**グリッド** ボタンをクリックすると観測画像上にマス目が表示されます。特にスコープがサブスコープの場合、中央に緑色の枠が表示されますが、これはメインスコープに入る範囲を表しています。メインスコープで直接天体を導入するのは難しいので、まずサブスコープで緑の枠内に天体を入れてからメインスコープに切り替えるとよいでしょう。

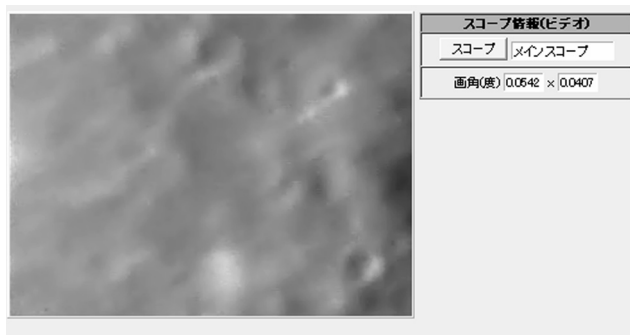
- スナップショット

キャプチャ ボタンを押すと、新しいウィンドウが開いて解像度の高い大きいサイズの静止画像が表示されます。画像保存用に使して下さい。また、そのスナップショットのウィンドウでは画面上の2点をクリックすることで2点間の角距離を求めることができます。



6.3 ビデオ

観測映像をストリーミング動画として表示します。動画は静止画よりも映像処理時間が長いので、静止画よりもタイムラグが長くなります。

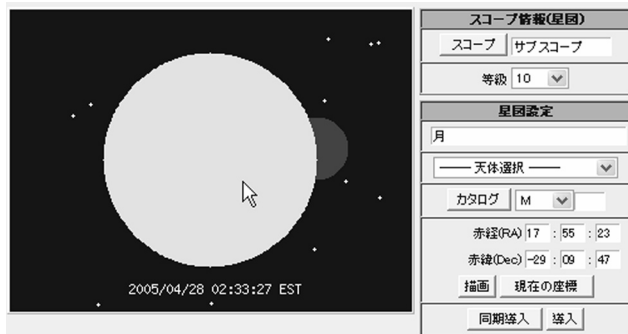


右側についているパネルはビデオ用のスコープ情報です。スライドのスコープとは独立にスコープを切り替え可能です。

6.4 星図

天体を選択、または座標を入力してその付近の仮想的な星図を数値計算して表示します。太陽系の地球以外の惑星と衛星、星雲・星団、さらにおよそ100万個の恒星のデータ[2]が入っています。座標計算にはlibnova[3]を用いています。

左側が星図画像で、右のパネルは上からスコープ情報、星図設定となっています。



- 星図画像

天体は塗りつぶされた円で描かれます。昇っている天体は恒星が白色、惑星が赤色、衛星が黄色、星雲・星団が灰色で塗りつぶされ、沈んでいる天体は水色っぽい色で塗りつぶされます。画像の各天体にマウスを合わせると、星図設定の一番上の枠に天体名が表示されます。さらにその天体をクリックすると、天体名表示がそのまま固定され、天体の座標が座標枠に入力されます。黒い背景をクリックすることで表示固定は解除されます。

- スコープ情報

星図はここに表示されたスコープに応じたサイズで描画されます。**スコープ**ボタンでスコープを切り替えます。また、等級セレクトもついており、セレクトで選んだ等級までの天体しか表示しないよう制限できます。

- 星図設定

一番上の枠は星図上のマウスで選んだ天体名を表示します。

主な天体は天体セレクトで選択することができます。天体セレクトで天体を選択することでその天体付近の星図を描画します。セレクト中の黒色文字は現在昇っている天体、水色文字は沈んでいる天体を表します。

天体セレクト中ない星雲・星団を選択するには、カタログ名 (M, NGC, IC) を選択し、カタログ番号を入力して**カタログ**ボタンをクリックしてください。カタログ名はMがメシア天体、NGCがNew General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars (2000), ICがIndex Catalogue (1888, 1895, 1908) のことです。

星図が描画された直後に赤経・赤緯に入っている値は画像中心の座標です。赤経・赤緯には直接値を入力できます。**描画**ボタンをクリックすると赤経・赤緯に入力されている座標付近の星図を描画します。例えばある天体をクリックし、**描画**ボタンをクリックするとその天体を中心とした星図を描画します。**現在の座標**ボタンで望遠鏡が実際向いている座標付近の星図を表示できるので、観測画像に映っている天体の名前を簡単に知ることができます。

同期導入ボタンで赤経・赤緯に入力されている座標へ望遠鏡を移動させ、同時に感度・露出時間を自動的に設定します。**導入**ボタンは望遠鏡を移動させるだけで感度・露出時間

は設定しません。

6.5 コントロール

このフレームで望遠鏡の移動，明るさの調整を行います。望遠鏡操作パネル，メインスコープパネル，サブスコープパネル，ステータスパネルから成ります。

望遠鏡操作		ステータス	
赤経(RA) 0 : 00 : 00	↑ ← 00° ↓ ↓	赤経(RA) 17 : 59 : 02	残り時間 436 秒 16
赤緯(Dec) +0 : 00 : 00		赤緯(Dec) -28 : 57 : 47	
移動		方位(Az) 349 : 34 : 29	
	高度(Alt) +24 : 37 : 11		
メインスコープ		サブスコープ	
感度 9	感度 10		
露出時間 0	露出時間 0		
フォーカス		[045] success	
高速	1秒	[045] move_equ(+0:06:30, +0:00:23)	[044] success
内側へ	外側へ	[044] move_equ(+0:28:21, -0:00:20)	[043] success
		[043] move_equ(-0:16:53, +0:00:35)	[042] success
		[042] move_equ(+0:28:26, -0:01:17)	[041] success

- 望遠鏡操作

赤経・赤緯を入力して(移動)ボタンをクリックするとその座標へ望遠鏡が向きます。矢印ボタンをクリックするとその方向へ望遠鏡が向きます。矢印ボタンの中央にあるタブはボタンを一回クリックしたときの移動幅で，単位は分(60分=1度)です。

- メインスコープ

メインスコープの感度，露出時間，フォーカスを設定します。

感度(ゲイン)はCCDカメラの信号の増幅度のことです。左から(感度)ボタン，感度セレクト，現在の感度値となっています。感度セレクトで値(0~10)を選んで，(感度)ボタンをクリックして設定します。感度が上がるほど画像が明るくなり暗い天体が映るようになりますが，ノイズも増幅されるためノイズが目立つようになります。

露出時間はフレームを蓄積する時間です。左から(露出時間)ボタン，露出時間セレクト，現在の露出時間となっています。露出時間セレクトで値(0~9)を選んで，(露出時間)ボタンをクリックして設定します。露出時間が長いほど画像は明るくなり，ノイズは平均化され目立たなくなります。しかしながら，望遠鏡のブレにより画像がボケやすくなります。

露出時間と蓄積フレーム数の対応

値	蓄積フレーム数	露出時間(秒)
0	OFF	0.017
1	1	0.033
2	2	0.067
3	4	0.133
4	8	0.267
5	16	0.533
6	32	1.067
7	64	2.133
8	128	4.267
9	256	8.533

フォーカス調整でレンズを動かしてピントを合わせます。タブで動かすスピードと何秒動かすかを選び、をクリックすると内側へ、をクリックすると外側へレンズが動きます。残念ながらフォーカス値が今いくつかは知ることができないので、画像を見ながら実際に動かして調整するしかありません。

- サブスコープ

メインスコープを参照してください。サブスコープにフォーカスはありません。

- ステータス

現在の望遠鏡の状態を表示します。情報は4秒ごとに更新されます。

上の枠には、現在の望遠鏡の向いている方向が表示されます。上から2行が赤道座標（赤経・赤緯）、その下の2行が地平座標（方位・高度）を表しています。赤経の単位は時・分・秒で、それ以外の単位は度・分・秒です。

真ん中の枠にはログアウトまでの残り時間が表示されます。右側には望遠鏡にコマンドを送って経過した秒数が表示されます。

下の枠は望遠鏡サーバーとのコマンドのやりとりのログです。何らかのエラーが起これると赤色文字で表示されます。エラーの場合、送ったコマンドが正常に処理されなかった可能性があります。

7 チュートリアル

ここではログインから観測、ログアウトまでの簡単な手順を説明します。

1. ログイン

ログインページで観測場所を選んでユーザー名とパスワードを入力し、ボタンを押してログインして下さい。



ログインが成功すると望遠鏡操作ページが表示されます。

2. 望遠鏡への天体の導入方法

望遠鏡に天体を導入するには主に3つの方法があります。

- 座標入力 … あらかじめ天体の座標が分かっているときに使います。
- 星図で天体指定 … 簡単に天体を指定して導入できます。
- センタリング … 静止画像内に映っている天体の位置の微調整ができます。

3. 星図で天体を導入

まずは星図を利用して天体を観測してみます。星図フレームで天体セレクトから観測したい天体を選びます。ここでは例として月を選んでみます。



すると画像が更新され、座標枠にその画像の中心の座標（赤経・赤緯）が入ります。星図には中心に月が描画されるはずですが、マウスポインタを描画された天体の上に乗せるとその天体名が表示されます。



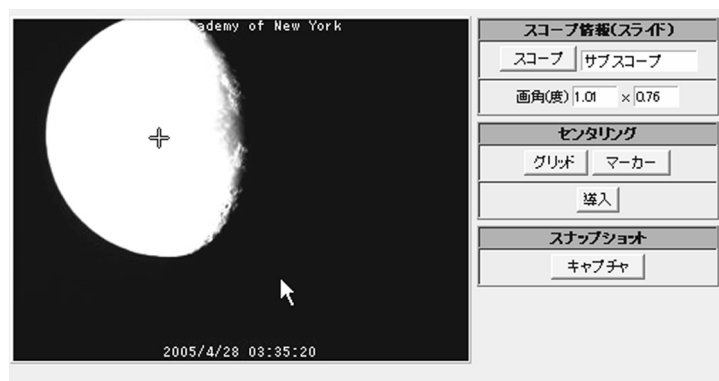
導入 ボタンを押すことで座標枠に入っている座標値の方角、ここでは月の方角に実際に望遠鏡が移動します。ステータスを見ると望遠鏡が動くにつれ、座標値が変わっていくのが分かります。

4. スライドフレームで調整

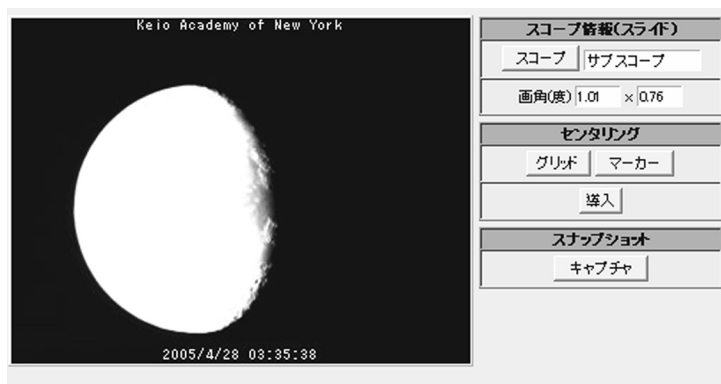
スライドフレームでスコープがメインスコープになっていれば**スコープ** ボタンを押してサブスコープに切り替えてください。

もし画像が真っ白になるようだったらコントロールフレームでサブスコープの感度と露出時間を下げてください。画像が真っ暗な場合は逆に感度と露出時間を上げてみてください。それでも目標の天体が映らない場合、天体がガラスの枠の影になって見えない可能性があるなので他の天体を選んで下さい。

次はセントリングを利用してこの月が画像の中心に来るように望遠鏡を移動させてみます。画像の中心にしたい所をクリックして下さい。



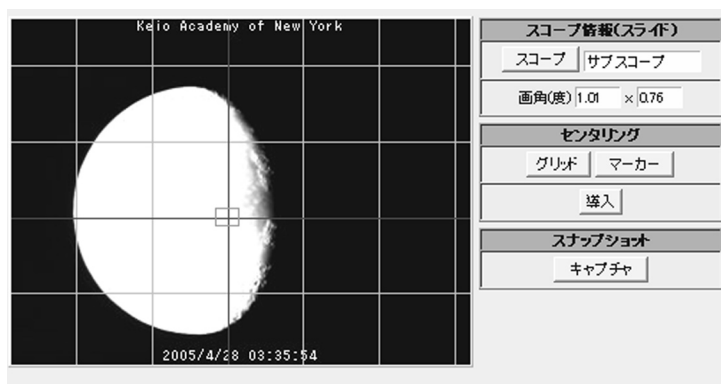
クリックした位置にマークが付いたら**導入** ボタンを押します。するとマークの位置が中央に来るように望遠鏡が移動します。



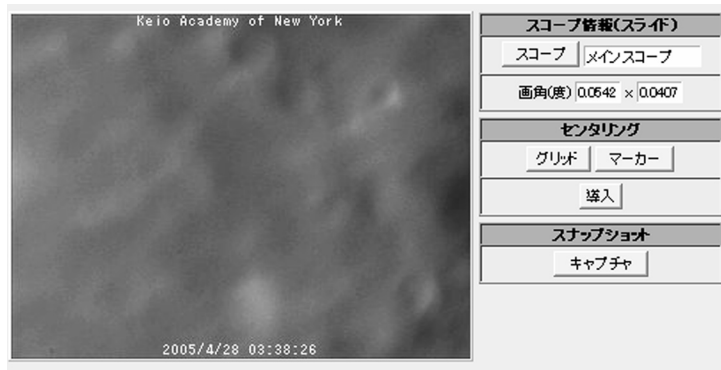
センタリング機能は精度に限界があるので、ぴったり中心に持ってくるのは難しいかもしれません。そのときは何回か繰り返して中心へ近づくようにして下さい。

5. メインスコープで観測

メインスコープに切り替えてみましょう。メインスコープで拡大されるのは **グリッド** ボタンを押して表示される緑の枠の範囲です。



スコープ ボタンを押してメインスコープに切り替えるとサブスコープで映っていた画像の中心付近が拡大されて映ります。



メインスコープでは感度、露出時間に加えてフォーカスの調整ができます。画像がボケていたらフォーカス調整で画像をシャープにすることができます。ただし、ガラスの影響で、シャープにするには限界があります。

6. ログアウト観測が終了したらメニューの「ログアウト」ボタンを押してログアウトして下さい。

8 最後に

望遠鏡操作インターフェースはこれで完成ではありません。これからもより使いやすくなるように改良を続けます。

参考文献

- [1] 表實, 慶應義塾大学日吉紀要自然科学36号 (2004).
- [2] ESA, 1977, The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA SP-1200.
- [3] L. Girdwood, J. C. Remis and P. Kubanek, libnova (Celestial Mechanics and Astronomical Calculation Library), <http://libnova.sourceforge.net/>