

マカリ : Makali`i 超入門編

by Bunji SUZUKI (original) 2004-02-10

by Reiko FURUSHO (revised) 2007-01-06

画像処理用のソフトウェアはいくつもありますが、「Makali`i (マカリ)」は、天体観測に最適化された *FITS* 画像処理用ソフトです。*FITS* とは、天文学の世界での、画像を含むデータの国際的標準規格です。*FITS* 画像 (*FITS* 形式の画像) は、デジカメなどから出力される JPEG ファイルとは異なり、画像を圧縮せず、ひとつひとつのピクセルの情報 (位置、輝度など) が、きちんと保存されています。国立天文台などで公開されている研究用データは基本的に *FITS* 形式です。公開天文台などの公開画像にも、これから *FITS* 形式の画像が増えていくでしょう。

目次

■ インストール	p. 2
■ 起動・環境設定	p. 2
■ 画像を読み込む	p. 3
■ 表示の調整をする (1)	p. 3
■ 表示の調整をする (2)	p. 4
■ FITS ヘッダを参照する	p. 4
■ プリント機能を使う	p. 5
■ グラフ機能を使う	p. 5
■ コントラ機能を使う	p. 6
■ 画像演算をする	p. 7
■ 結果の保存と終了	p. 8
■ その他の便利な機能	p. 9
■ この『超入門編』で使用した <i>FITS</i> データやソフトウェアの情報	p. 9

■ インストール

マカリ配布サイト (<http://makalii.mtk.nao.ac.jp/>) からダウンロードしてきた MklSetupJ.exe (日本語版用インストーラ) を実行すれば、自動的にインストールされます。

セットアップ後に作られるアイコンをクリックすると、すぐに実行できます。

なお、より詳しいインストールマニュアル (PDF ファイル) はマカリの開発に協力した PAOFITS WG のサイトで手に入ります。

Makalii インストールマニュアル

http://paofits.nao.ac.jp/Makalii/manual/Mkl_inst.pdf



インストール後に作られるマカリのアイコン

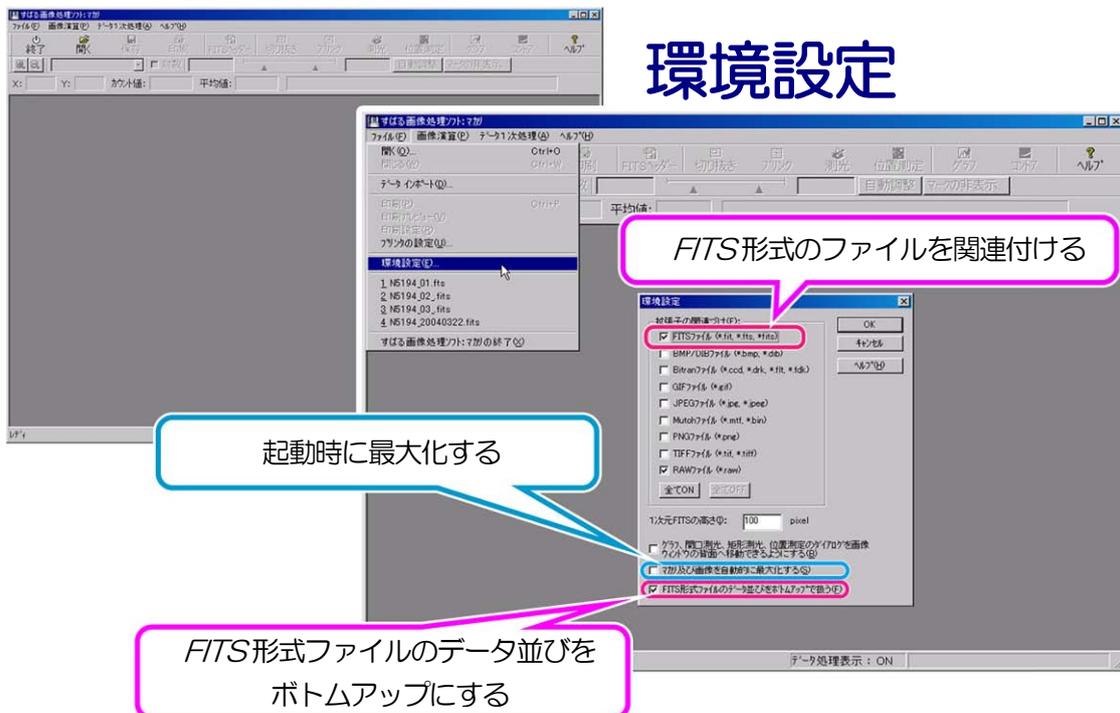
■ 起動・環境設定

メニューバーの [ファイル(F)] から、[環境設定(E)...] を選び、*FITS* ファイルをチェックします。次回にコンピュータを起動したときから、拡張子が fits, fit, fts のファイルが関連付けされるようになります。設定しないでそのまま使用しても差し支えありませんが、この設定をすると該当ファイルをダブルクリックするだけで、マカリが起動するようになるので便利です。その他の種類の画像ファイルも選択して関連付けられます。「起動時に最大化にする」という項目もチェックしておく便利です。

また、1.3d 以降のバージョンの場合、「*FITS* 形式ファイルのデータ並びをボトムアップで行う」にチェックを入れると、画像表示の座標原点が左下隅に設定されます (デフォルトでこのチェックは入っています)。*FITS* 形式規約の推奨設定に準拠して表示させる場合はこの設定が必要です。国立天文台の公開アーカイブデータや PAOFITS WG の教材データなどを使うときはこのチェックを外さないようにしましょう。

起動画面

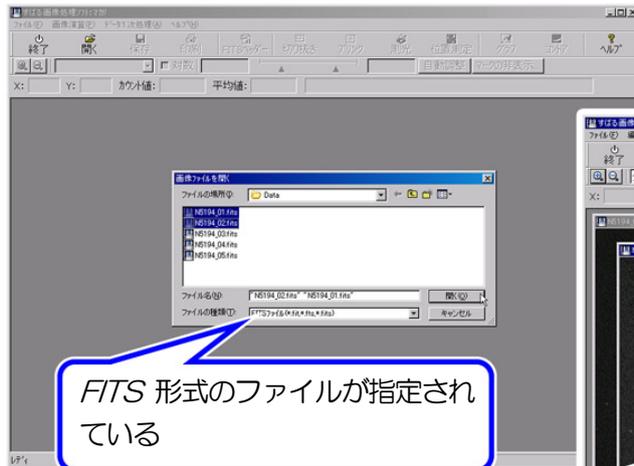
環境設定



■ 画像を読み込む

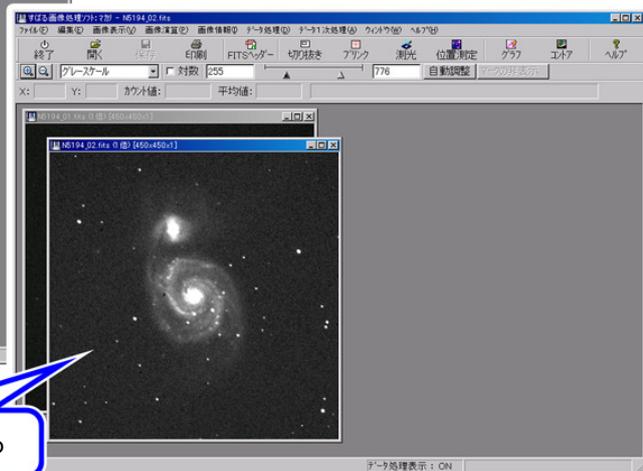
メニューバーの [ファイル(F)] で [開く(O)...] を選択するか、または、アイコンの [開く] をクリックします。[画像ファイルを開く] ダイアログで、開きたい画像のあるフォルダを開き、ファイルを選択し、[開く] ボタンをクリックします。通常は、*FITS* 形式のファイルのみが表示されています。他の形式のファイルを選ぶときは、[ファイルの種類] のタブをクリックして、表示を変えて選択します。画像演算するファイルを、いくつか同時に開いておくとう便利です。読み込んだ直後の表示では、画像サイズの大きさによっては、全部が表示しきれないこともあります。

画像の読み込み



FITS形式のファイルが指定されている

読み込み直後の表示



最初は等倍で表示される

アクティブな画像ウィンドウ（ウィンドウバーの部分が色が変わります）上でマウスを動かすと、マウスを置いた座標 (x, y) の数値が情報バーに表示されます。[ファイル(F)] メニューの [環境設定(E)...] で「*FITS* 形式ファイルのデータ並びをボトムアップで行う」にチェックを入れている（デフォルトの状態）と、この (x, y) の座標原点は画像の左下になります。

画像の情報



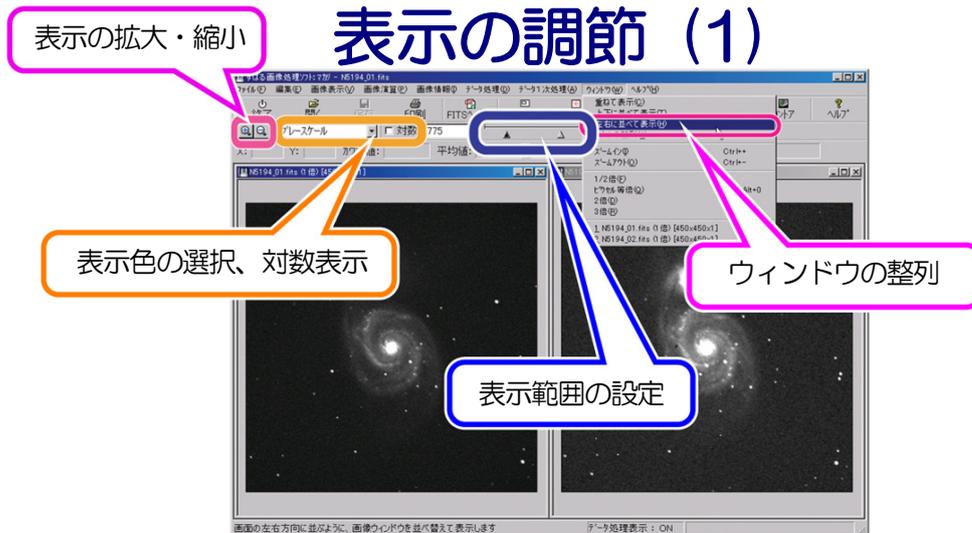
座標原点

■ 表示の調整をする (1)

画像ウィンドウ内ですべて表示しきれなかったり、小さすぎたりする場合には、「ルーペ」マークのアイコンをクリックして、表示の拡大、縮小を行います。

メニューバーの [ウィンドウ(W)] から、[重ねて表示(C)]、[上下に並べて表示(T)]、[左右に並べて表示(H)] を選択すると、作業がしやすくなります。

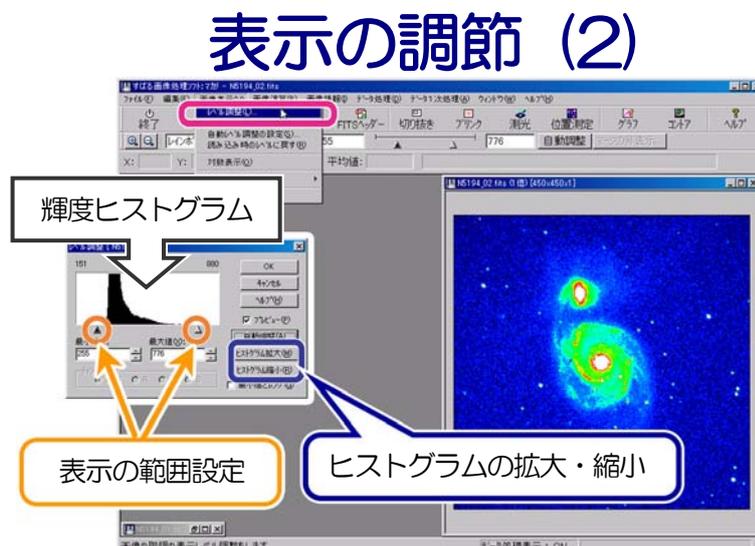
画像の表示色もいろいろと選択できます。また、対数表示のチェックボックスをオンにすると、階調差のある画像を表現するのに便利です。表示範囲のスライダーの△は最高輝度、▲は最低輝度を示しています。ドラッグして動かすことによって、詳細な構造が見やすくなります。数値を直接入れることも可能です。



■ 表示の調整をする (2)

アイコン以外に、メニューバーの [画像表示(V)] メニューから [レベル調整(L)...] を選択することもできます。輝度ヒストグラムが表示されますので、表示範囲スライダーの△と▲で調節してください。ここでも数値入力ができます。ヒストグラムは、拡大、縮小ができますので、さらに微調整することも可能です。

これらの表示をいろいろ変えても、*FITS* データ自身が持っている数値は変化しません。ソフトウェアが画面上での表示を変えているだけですので、いろいろと試してみることができます。



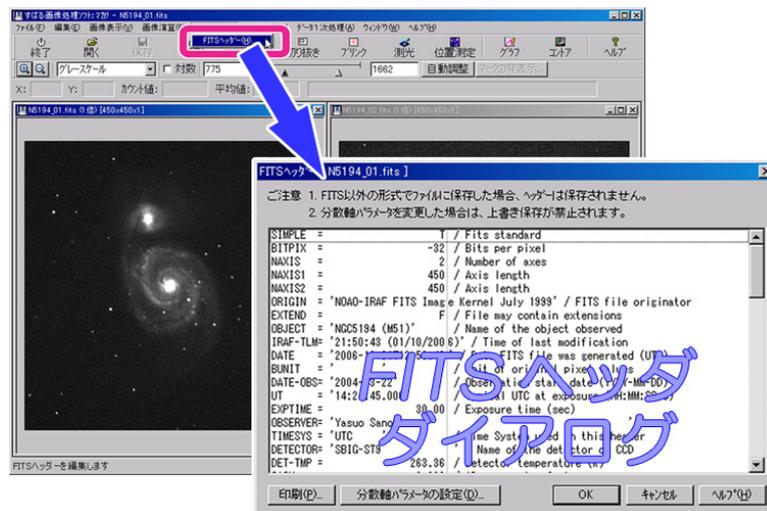
■ FITS ヘッダを参照する

FITS ファイルは、ひとつのファイルの中に、ヘッダと呼ばれるファイルの情報部分とデータ部分があります。FITS を読み書きできるソフトウェアは、ヘッダをまず読んでからファイルの表示など、さまざまな処理を行います。

画像情報の中には、観測時刻、画像中心座標、観測機器、フィルタ、画像処理の履歴などが入っています。ヘッダは世界共通の形式となっています。

FITSヘッダを参照するには、[画像情報(I)] メニューから [FITSヘッダ(H)...] を選択するか、[FITSヘッダ(H)] アイコンをクリックします。

FITSヘッダの表示



ヘッダに書かれている画像情報の例：

BITPIX =	-32	浮動小数点形式で 32 ビットのデータ (整数形式で 16 ビットならば、16 となります)
NAXIS =	2	データの次元を表します。2 の場合、二次元のいわゆる 画像を意味します。
NAXIS1 =	450	データの第一軸(この場合は画像の横軸)のサイズ(ピクセル数)を表します。
NAXIS2 =	450	データの第一軸(この場合は画像の縦軸)のサイズ(ピクセル数)を表します。

■ ブリンク機能を使う

「ブリンク」は複数の画像を短い時間で繰り返し切り替えて表示することです。

小惑星などの移動天体の探索、あるいは超新星や変光星など変光天体の検出を行うには、同じ空の領域を、時間を変えて撮影し比較します。そのときに便利なのが「ブリンク機能」です。

メニューの [データ処理(D)] で [ブリンク(B)...] を選ぶか、アイコンの [ブリンク] をクリックします。画像をリストで選択し、開始ボタンをクリックします。画像の位置が一致していなければ、移動カーソルボタンでブリンクしながらリアルタイムに修正できます。画像に写った天体の位置を合わせる時も、

この機能が使えます。基準となる画像に対するズレの量をメモしておき、[画像演算(P)]メニューの[平行移動(T)...]で、修正します。

ブリンク機能



■ グラフ機能を使う

マカリの大きな特徴のひとつは、この「グラフ機能」です。グラフ機能を使うにはメニューの[データ処理(D)]で[グラフ(G)]を選択するか、アイコンの[グラフ]をクリックします。

グラフを描画するには、マウスで画像上のグラフを描きたい場所の開始点に置き、マウスの左ボタンを押してそのままマウスを動かす（ドラッグする）と直線が現れます。この直線は任意の方向に延ばすことができ、終了点で左ボタンを放すと、描かれた直線で画像を切った『輝度の断面グラフ』が[グラフ]ダイアログに表示されます。グラフをクリックすると、縦方向に線が現れ、左上にその座標とともに輝度の値が表示されます。この縦線を左ボタンでドラッグして動かすと、元の画像に描かれた直線に位置マークが出ます。特定の点の輝度を調べたい場合には便利です。グラフの縦軸、横軸のスケールは自動的に設定されていますが、「スケール設定」機能を使って、わかりやすい表示にすることができます。

表示されたグラフは、その数値データを CSV 形式ファイル、あるいはテキストファイルに出力するこ

グラフ機能



ともできます。CSV ファイルは、エクセルなどの表計算ソフトで直接読むことができます。CSV ファイルの例は次のとおりです。

■ コントア機能を使う

地図の等高線のように画像の輝度の等しい点を結ぶのが「コントア機能」です。コントア機能を使うにはメニューの [データ処理(D)] で [コントア(N)...] を選択するか、アイコンの [コントア] をクリックします。

コントアの本数は初期設定では 10 本です。注意しなくてはならないのは、画像表示設定によって、コントアの描かれ方が違ってきます。△最高輝度、▲最低輝度で設定した範囲を、10 段階に分ける仕様となっています。コントアの本数は増やすことも可能で、あわせて表示設定を変化させることによって、強力な道具として使えます。



■ 画像演算をする

[画像演算(P)] メニューから、加算、減算、乗算、除算などの計算ができます。

ピクセル毎に計算が行われるため、科学的な定量計算ができるのです。

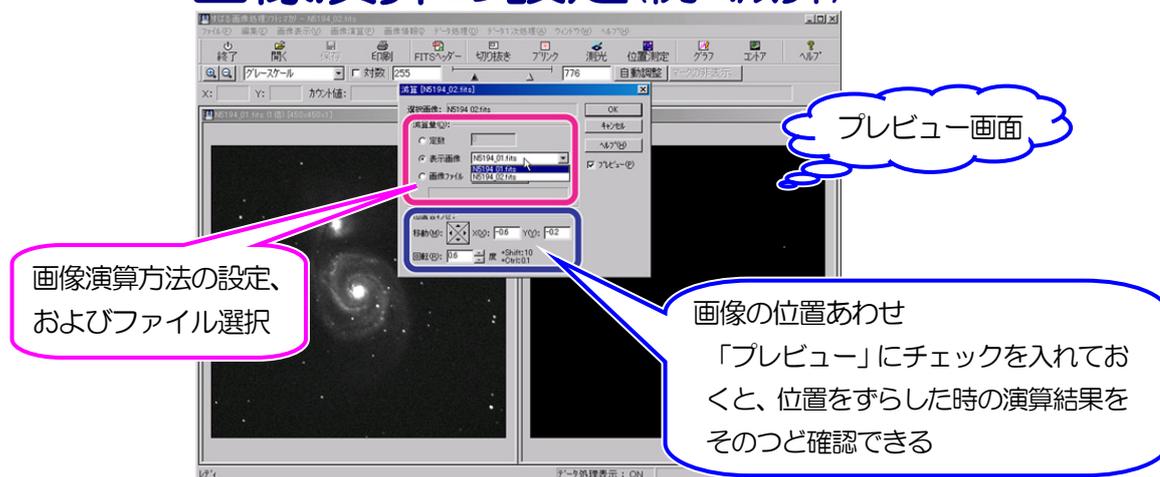
メニューから加減乗除の演算方法を選ぶとダイアログが現れます。例えば、[画像演算(P)] メニューで [減算(S)...] を選択すると、[減算] の設定ダイアログが現れます。ここで、対象の画像に対して「定数」、「マカリで表示中のファイル」、あるいは「新たに読み込む画像ファイル」のいずれを演算させるのか、チェックマークで選択をします。他の処理もそうですが「プレビュー」のチェックを入れておくと、選択した時点で処理が始まりますので、同時に画像の位置合わせもできます。なお、元の画像にとって適正な表示レベルと演算結果に適正な表示レベルが異なる場合も多く、その場合には演算を実行した直後は表示レベルが適切になっていないため真っ黒（真っ白）に表示されることになります。

[OK] ボタンをクリックすると、対象の画像が演算結果画像になりますので、ここで慌てて [保存] のアイコンをクリックすると対象の画像に上書きしてしまいますので、注意が必要です。

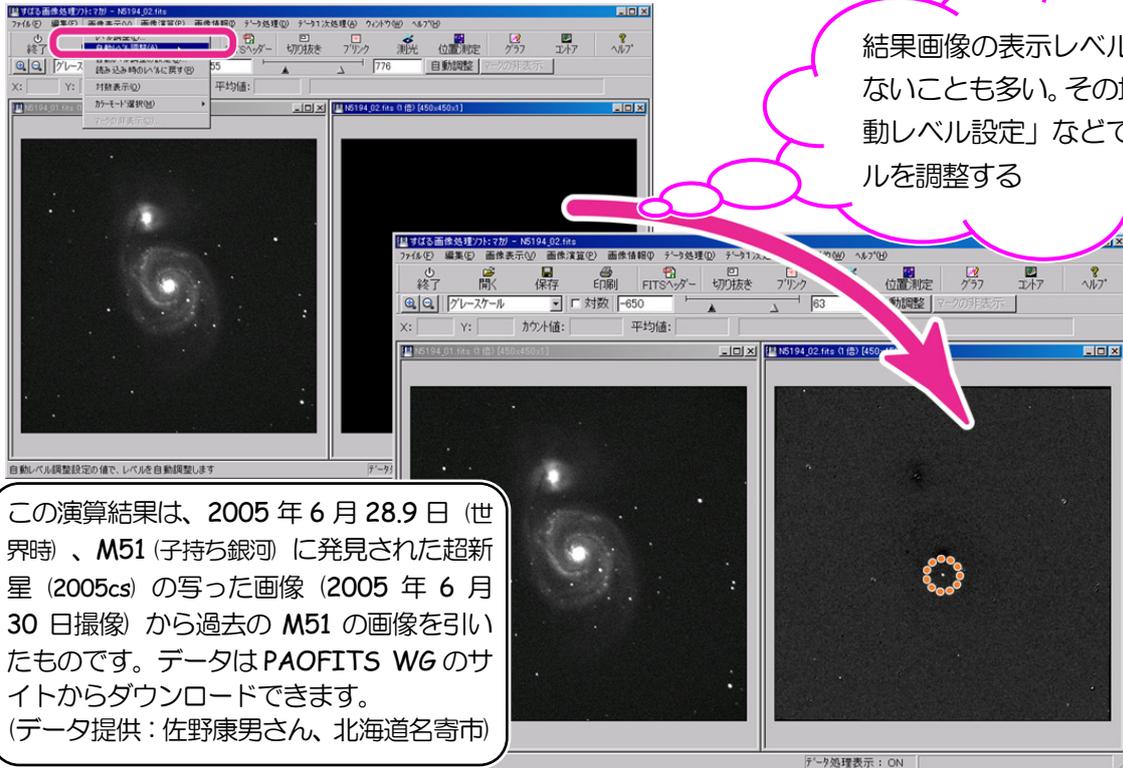
なお、下図“画像演算の設定(例:減算)”や、次ページの“画像演算の結果(例:減算)”の図で表示されている画像は、超新星が出現した銀河の画像から、超新星が出る前(過去)の画像を引き算したものです。この画像は次の手順で作ることができます。

- PAOFITS WG のサイト (<http://paofits.nao.ac.jp/>) から次の 2 つの画像データをダウンロードする。
 - N5194_01.fits 過去の M51 の画像 (2004 年 3 月 22 日撮像)
 - N5194_02.fits 超新星 2005cs の写った画像 1 (2005 年 6 月 30 日撮像)
- N5194_01.fits, N5194_02.fits をマカリで開く。開いた後、[ウィンドウ(W)] メニューの[左右に並べて表示(H)] 機能で並べておくと良い。
- N5194_02.fits を選択し、[画像演算(P)] メニューで[減算(S)...] を選択する。「マカリで表示中のファイル」にチェックを入れ、プルダウンメニューで N5194_01.fits を選択する(超新星のある画像から超新星が出る前の画像を引き算)。
- 「プレビュー」にチェックをいれると、N5194_02.fits の画像表示ウィンドウに演算結果が表示される。
- 引き算する元の画像 (N5194_02.fits) に対して引く画像 (N5194_01.fits) の位置を調整する。次ページの図の場合は、X: -0.6, Y: -0.2, 回転角: 0.6 度の設定で演算を行った結果である。
- 設定が終わったら、[OK] ボタンをクリックして演算を実行する。
- 元の画像にとって適正な表示レベルと演算結果に適正な表示レベルが異なるため、演算を実行した直後は、表示レベルが適切になっておらず、真っ黒に表示される。そこで、[画像表示(V)] メニューから [自動レベル調整(A)] を選ぶなどして、表示レベルを適正にする。

画像演算の設定(例:減算)



画像演算の結果(例:減算)

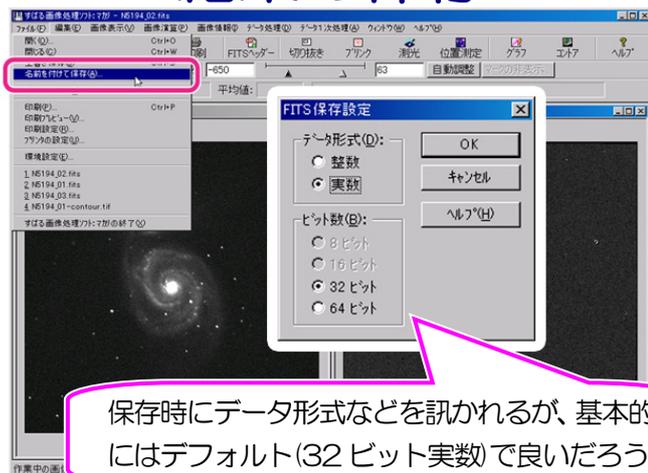


結果の保存

■ 結果の保存と終了

画像処理したファイルは、元ファイルとは別な名前でも保存しましょう。[ファイル(F)]メニューから、[名前を付けて保存(A)...]を選び、適切な名前を付けておきましょう。

データを保存する時に、データ形式(整数か実数か)やビット数を訊かれますが、基本的にはデフォルトどおりの32ビット実数で保存すれば良いでしょう。



ソフトの終了は、通常のウィンドウソフトと同じで、[ファイル(F)]メニューから、[すばる画像解析ソフト:マカリの終了(X)]を選ぶか、アイコンの[終了]をクリックします

■ その他の便利な機能など

- ◆ 印刷 画面を印刷することができます
- ◆ 画像演算
 - 上下反転 画像の上下方向のみ反転します
 - 左右反転 画像の左右方向のみ反転します
 - 回 転 任意の角度で回転させることができます
 - 画像解像度 画像情報を保存したまま、解像度を変えることができます
 - 加算平均と中央値 複数の画像を自動的に足し合わせるすることができます
- ◆ データ処理
 - 切り抜き 任意の矩形で画像を切り抜くことができます
 - 測 光 マカリの強力な機能のひとつで、主に星の明るさを測定する機能です。背景の空の明るさが差し引かれて出力されます。

位置測定 これも、マカリ自慢の機能です。マウス操作だけで、多くの星を測ることができます（註：測定する“位置”は画像内のピクセル座標です。天球座標の位置ではありません）
- ◆ データ一次処理
 - バイアス・ダーク・フラット デジタルで撮影された画像の基本的な画像処理は、一通りすることができます
- ◆ マークの非表示 グラフ、測光などで処理したときに画像上に表示されるマークを、非表示にするためのボタンです

扱えるファイル形式について

マカリでは *FITS*, *BMP*, *GIF*, *JPEG*, *TIFF*, *RAW* その他冷却 CCD のファイルを扱うことができます。ただし、すべてのファイルを相互に読み書きできるわけではなく、いくつかの制限があります。たとえば、*JPEG* ファイルを読んで、それを *FITS* 形式で書き出すことはできません。これは、圧縮されたファイルを科学計測のための *FITS* にするのは、誤った結果を生む元となるからです。

■ この『超入門編』で使った *FITS* データやソフトウェアの情報

- Makali'i 配布サイト
<http://makalii.mtk.nao.ac.jp/>
マカリの配布、ユーザ登録、問い合わせのホームページ、など
- PAOFITS WG のサイト
<http://paofits.nao.ac.jp/>
『超入門編』、『超入門編』で使った *FITS* データ、マカリ インストールマニュアル、*FITS* を使った教材などを配布している
- おまけ：日本 *FITS* 委員会のサイト
<http://www.fukuoka-edu.ac.jp/~kanamitu/fits/>
FITS フォーマットの規約をはじめとする *FITS* データに関する各種情報、*FITS* 解析ソフトの情報もある