

多波長天文画像データ検索・閲覧サービス「jMAISON」の開発

渡辺 大^{*,**,****}, 青木賢太郎^{*,***}, 三浦 昭^{**}, 安田直樹^{***},

宇宙科学研究所・宇宙科学企画情報解析センター, 国立天文台・天文学データ解析計算センター

(2002年3月29日受理)

Java-based Multi-wavelength Astronomical Image Service ON-line

Masaru WATANABE^{*,**,****}, Kentaro AOKI^{*,***}, Akira MIURA^{**}, Naoki YASUDA^{***},
Institute of Space and Astronautical Science/ Center for Planning and Information Systems,
and National Astronomical Observatory of Japan/ Astronomical Data Analysis Center

Abstract

We present an astronomical image browser system jMAISON which supersedes its seminal predecessor system MAISON. jMAISON features two image browser windows both are developed as a Java applet. One window illustrates celestial locations and extents of available images prior to actual image transfer from their hosting remote servers. This newly introduced window enables the user to quickly preview how the images are actually overlapped each other and hence helps much to save times by preventing unnecessary images transfer at all. The other browser window, developed based on NAOimage, displays composite images and contours of retrieved images as well as positions of cataloged objects in any combination of them. This powerful browser offers various functions superior to that of MAISON. Remote image servers for the FIRST survey in radio and the ROSAT all sky survey in X-ray have been added to the jMAISON.

1. 開発の背景および目的

国立天文台/天文学データ解析計算センター (Astronomical Data Analysis Center; 以下「ADAC」) と宇宙科学研究所/宇宙科学企画情報解析センター (Center for Planning and Information Systems; 以下「PLAIN」) は、計算機や計算機ネットワークを主要な手段として、天文データアーカイブを蓄積・管理すると共に、それらを天文学研究により有効に活用するための支援システムの開発にも力を注いできている¹⁻¹¹⁾。観測天文学における近年のデータ生産速度の著しい増加により、こうした大量の観測データから効率的に研究成果を引き出すためには、こうした計算機によるシステムの開発はもはや欠くことができない重要なものとなってきている。

両センターでは、これまでの開発を通じてそれぞれのセンターが蓄積してきた開発の知識を互いに共有し、より効率的にデータアーカイブ開発を進めて行くことを目的として、平成9年度から連絡会を設け、以降定期的に意見交換や共同開発に関する議論などを行っている。

この連絡会が主体となる初の本格的な共同開発として、WWW上で天文画像同士の重ね合わせ表示を行なう機能を特長とした天文画像検索・閲覧システム「MAISON」が開発された^{12,13)}。このような天文画像統合サーバを開発し、より高性能のものに改良していくことは、今後の画像アーカイブシステム研究開発の主要なテーマとなっていくものと思われる。

さて、論文¹²⁾に述べたように、MAISONはこのような画像統合サーバとして我々の初の取り組みであり、その意味では、このような機能を持つサーバとしてのテスト開発的な意味合いも持つサーバであった。このような経緯から、MAISONの開発内容を全般的に見直すと、機能強化を図るべきである箇所が何箇所も見つけられる。それらは論文¹²⁾にまとめているが、その内容を再掲すれば、以下のようなものになる。

課題 (1) 画像リストの判り易い表示方法

課題 (2) 画像表示における表示プロパティ操作機能の追加

課題 (3) カタログデータのプロット機能の追加

これらの課題を解決する手段として、CGIを使って実装されている箇所をJava言語のアプレット機能を用いたものに改修することが必要であるということを論文¹²⁾で述べ、またそれに向けての開発が進行中であることも述べた。

* 科学技術振興事業団
** 宇宙科学研究所
*** 国立天文台
**** 現所属：宇宙開発事業団

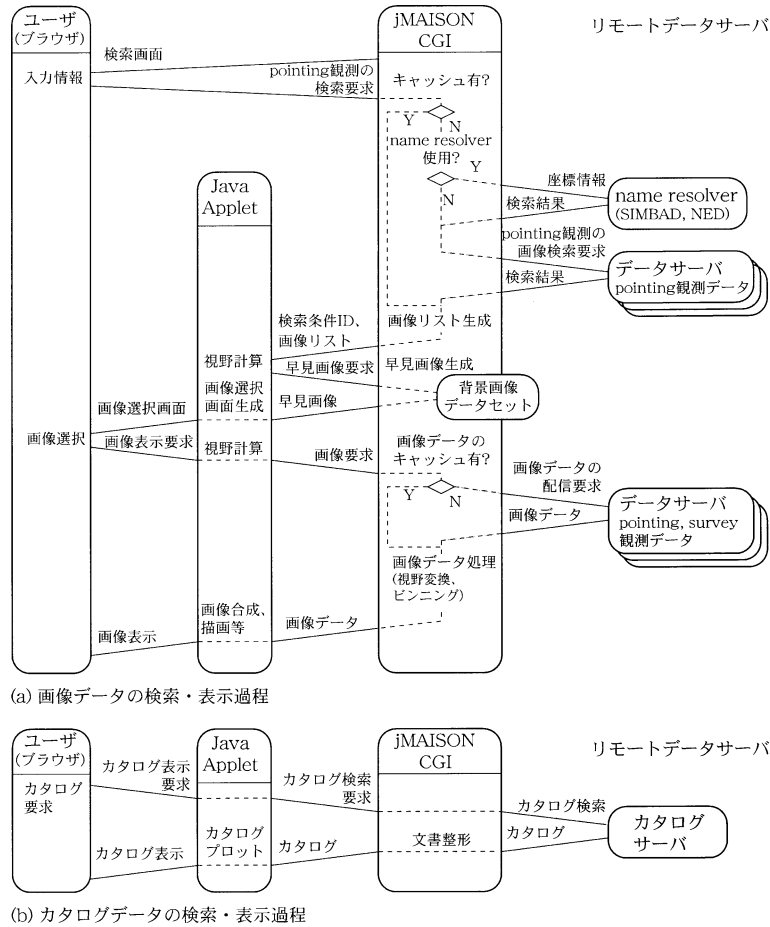


図 1. クライアント（ユーザ）計算機，jMAISON サーバが提供するアプレット，jMAISON サーバ計算機（CGI），およびリモートデータサーバ計算機との関係と通信の流れ．画像サーバとの通信 (a) では，画像の有無の問い合わせと画像自体の取得の 2 回の通信が行われる．取得された画像の表示では jMAISON サーバが提供する Java アプレットが用いられる．カタログサーバとの通信 (b) では，Java アプレットを使っでの通信が 1 回だけ行われる．

これらの課題提起を受けて本論文では，それに続く開発によって完成した「機能強化版 MAISON」ともいべき「jMAISON (Java-based MAISON)」について報告する．なお，上記の 3 課題以外にも，新たなリモートデータサーバの追加，や，ASU (WWW 上の天文データサーバにおいてサポートすることが提案されている QUERY_STRING 規約) や GLU (天文データサーバへの問い合わせに必要な QUERY_STRING 規約情報を最新状態に保つためのサービス) への対応，なども論文¹²⁾で挙げられていた．前者については，これはもはや定常的なオフライン作業と言うべきもので新規開発の項目ではないので，本論文では MAISON から新たな追加があったことを述べるに留める．また後者に関しては jMAISON では進展はなく，jMAISON システム全体としての対外的なインタフェースの実装については更なる課題として今後へ引き継がれるものになっている．

本論文の内容は以下の通りである．第 2 章において jMAISON の仕組みを概観し，第 3 章で詳述する．第 4 章で残された課題および今後の開発の方向性について述べる．

なお MAISON および jMAISON の開発は，平成 10 年度下半期から平成 13 年度上半期までの 3 年間に亘って展

開された，科学技術振興事業団 (JST) の「計算科学技術活用型特定研究開発推進事業」に基づく研究開発課題「宇宙科学データ解析研究のためのバーチャル・データセンターの構築」(代表者・宇宙科学研究所・長瀬文昭教授)において主要な研究開発テーマの一つとして採り上げられ，その援助の下に進められたものである．

2. jMAISON システムの構成—概要

2.1 処理の流れ

jMAISON サーバ計算機，クライアント計算機（ユーザが WWW ブラウザを起動している計算機），そしてリモートデータサーバ計算機（天文アーカイブ画像を公開し配信している計算機），の三者の関係を図 1 に示す．これを論文¹²⁾の図 1 と比較すれば分かるように，「ユーザは画像リスト請求と画像重ね合わせ請求の二回の請求を経て，最終的な重ね合わせ画像閲覧ができる」という全体的な「流れ」には本質的な変更はない．課題 (1)–(3) に対応した変更点は，この流れの中で，部分的な機能強化という形のものである．各々の詳細については第 3 章で詳述する．

2.2 ハードウェアおよびソフトウェア環境

jMAISON サーバ計算機は、ADAC と PLAIN とにそれぞれ設置されている。用いられている製品は、ADAC 側が、富士通製 GP7000Sm25 (CPU: Ultra SPARC II 400 MHz, メモリ容量: 1 GB, ハードディスク容量: 18GB (内蔵)+70 GB×3 (外付け)), PLAIN 側が、富士通製 GP500S MODEL1000 (Sun SunBlade 1000) (CPU: Ultra SPARC III 750 MHz×2 CPU, メモリ容量: 1 GB, ハードディスク容量: 36 GB), である。

MAISON サーバは、それ自体はデータアーカイブを恒久的に保持するものではなかったため、その周辺装置として大容量ストレージを持つことを必要としなかった。これに対して jMAISON サーバでは、周辺装置に磁気ディスクなどの高速媒体でかつ 100 GB 程度の容量を持つストレージを持つことが強く要求される。これは、jMAISON サーバでは、課題 (1) に対応した新規機能を持たせる目的で Digitized Sky Survey の広域表示用画像セット (DSS-Wide)¹¹⁾ (約 90 GB) との通信を高速に行なうことが必要になっており (3.1 章), そのためにサーバからこれに高速に接続できる環境が望ましいという事情による。現行の ADAC 側サーバ, PLAIN 側サーバ共に、大容量ストレージを別の計算機から NFS マウントさせるという接続形態をとっているが、それでもサーバ周辺装置として接続される状態と遜色のない速度を実現するものとなっており、この要求を満たす構成になっている。

jMAISON の開発に用いられている言語は、CGI によるユーザインタフェース部には Perl 言語, jMAISON サーバ上での画像処理部には C 言語, 画像表示部には Java 言語, となっている。ユーザインタフェース部では、MAISON と同様の Perl モジュールを再活用することによって開発の効率化を図っている。

jMAISON のロードモジュールのサイズは、既存アプリケーションである Perl モジュールの一部や HTTP サーバソフトウェア, FITS 画像処理ライブラリなどの必要な外部ソフトウェア群も含めて、約 100 MB である。

2.3 対応リモートデータサーバ

jMAISON では、MAISON で対応していたリモートサーバ (ASCA, DSS, IRAS, Greenbank) に加えて、21 cm 連続波での北天域サーベイである FIRST サーベイデータ (データサーバ: アメリカ・STScI)¹⁴⁾ および X 線衛星による観測データである ROSAT 全天サーベイデータ (データサーバ: PLAIN)¹⁵⁾ が追加されている。

3. jMAISON システムの構成 — 詳細

課題 (1)–(3) に対応した jMAISON の新規開発部分とそれに関連した変更部分のみを述べる。その他の部分については論文¹²⁾を参照のこと。jMAISON の WWW サイトのトップページ ([http://maison.\[isas|nao\].ac.jp](http://maison.[isas|nao].ac.jp)) の外観を図 2 に示す。

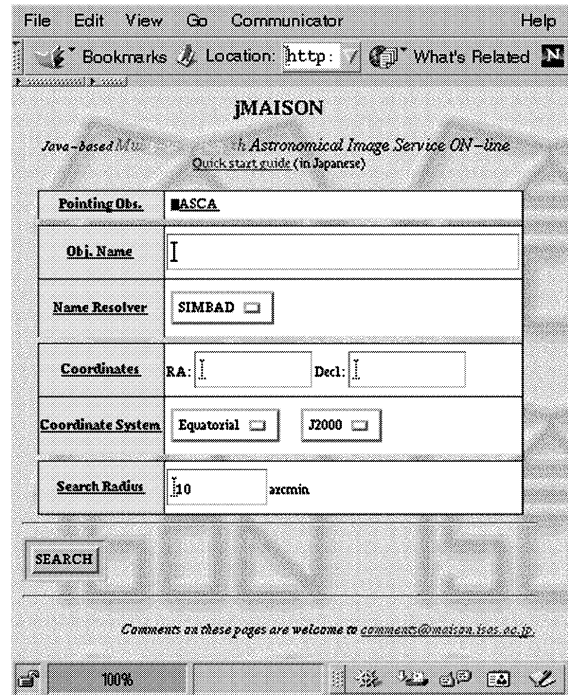


図 2. jMAISON の WWW サイトのトップページ ([http://maison.\[isas|nao\].ac.jp](http://maison.[isas|nao].ac.jp)) .

3.1 画像リストの作成・表示および視野決定用早見画像ブラウザの表示 — 課題 (1) への対応

トップページからのユーザの問い合わせに対して、リモートサーバからはその検索結果が送られてくる。jMAISON サーバ上では、それらから画像の属性情報を抽出し、それをユーザに示すことによって、指定された検索領域視野に対して実際にどのような画像が利用できるかということを示すことになる。

この部分で MAISON では、単純なテキストリストを使ってユーザに情報提供を行っていた。しかし、各画像の実際の視野位置は検索領域視野内で様々な位置に来るものであるため、テキストによる情報のみでは、各々の画像の視野が実際にはどのような位置関係にあるのか、ということを知ることはほとんど不可能であった。したがってこの状況では、例えば、画像リストに基づいて選択して実際に配信を受けた画像が、実は他の画像と全く重なり部分を持たない画像であった、という可能性もあり、情報提供の手段としてテキストリストのみであることには改善の余地が残されていた。

これを解決するために、これらの画像視野の相対位置関係を視覚的に把握できるようにすることを目的として、従来のテキストリストに加えて、可視光画像を背景画とした「視野決定用早見画像ブラウザ」をこの段階で表示する機能を追加することにした。

画像取得以前にこのような描画を可能とするために、jMAISON サーバには、各リモート画像のオリジナルピクセルスケールや画像視野サイズなどの情報をまとめたテー

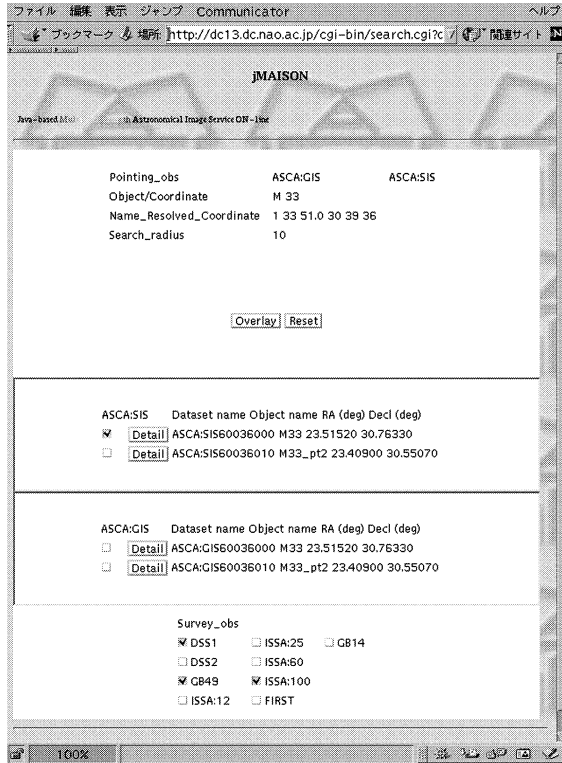


図 3. 検索結果画像リストページの例。Java アプレットとして作成されており、Detail ボタンによって、各行のより詳細な内容が表示される。各行は、視野決定用早見画像ブラウザ（図 4）の上に表示された視野輪郭線と対応しており、それぞれの行や線の上にマウスを移動することで、対応する両者がハイライト表示される。各行先頭を選択ボタンと Survey_obs の選択ボタンとで画像を選択し、Overlay ボタンでそれらの実際の重ね合わせ表示（図 5 および 6）へ進む。

ブル（リモート画像情報テーブル）を管理者によるオフライン作業であらかじめ作成し持たせるようになっている。このテーブルの存在によって、リモートサーバから検索結果を得ると、その結果とリモート画像情報テーブルとを照合することで、各画像についての視野の大きさを知ることができる。その視野の大きさの情報と位置の情報とを合わせて、それらの位置を図示することで、画像を取得する以前に各画像の相互位置関係をユーザに伝えることが可能となる。

この視野決定用早見画像には、背景画像として DSS-Wide¹¹⁾を用いて、視野の絶対位置の見当をつける手助けとしている。DSS-Wide データセットは現在は jMAISON サーバの周辺装置ストレージに置かれているので、この画像の作成処理は高速で実行される。

画像リストがクライアントのブラウザに表示された外観を図 3 に、また視野決定用早見画像ブラウザの外観を図 4 に、それぞれ示す。早見画像ブラウザが Java アプレットによってクライアント側で操作できるようになったことに対応させて、画像リスト自体もアプレットとして作成され、画

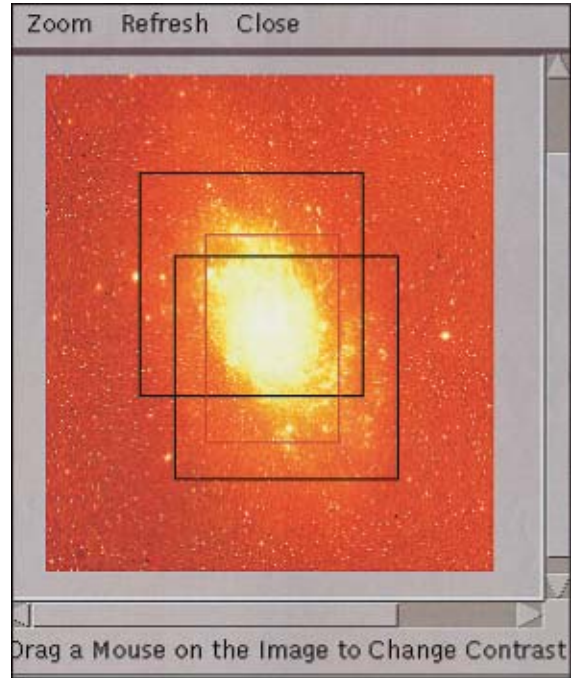


図 4. 視野決定用早見画像ブラウザの例。Java アプレットとして作成されており、検索結果画像リスト（図 3）の各行の視野に対応した視野輪郭線（黒線の矩形）が表示される。ユーザはこのブラウザ上で、マウスドラッグによって、切出しおよび重ね合わせ表示を行う矩形領域（ユーザ指定視野、赤線の矩形）を指定することができる。写っている銀河は M33 である。

像とリストとの間に連携を持たせるようになっている。これにより、マウスカーソルをリスト上の任意の行の上に移動すると、その行表示がハイライトされると共に、その行の画像視野に対応した矩形領域が早見画像ブラウザの上で描画されて示されるようになっている。また画像リスト自体としては、一見して煩雑にならないように、必要最小限の情報の表示に留め、より詳しい情報については「Detail」ボタンを押すことで表示されるようになっている。

重ね合わせ表示を行ないたい画像は、この画像リスト上の選択ボタンで指定するようになっている。また、重ね合わせ比較を行ないたいサーベイ画像ソースについてもこの段階で指定することができる。実際に重ね合わせを行ないたい矩形視野領域（ユーザ指定視野）をこの早見画像上でマウスのドラッグにより指定することができる。

以上の指定を行なった問い合わせを発行すると、指定されたポインティング観測画像名とサーベイ画像ソース名、およびユーザ指定視野の中心天球座標と縦横の大きさを引数として、jMAISON サーバの画像取得スクリプトが起動される。また、そのスクリプトから返されてきた視野指定 ID（後述）を用いて、クライアント上に画像重ね合わせブラウザ（Java アプレット）も起動される。

3.2 画像リスト画面でのユーザ入力情報の解釈と要求の発行

画像リストからの問い合わせ発行によっては、jMAISON サーバでの画像取得スクリプトが起動されると同時に、画像重ね合わせブラウザがクライアント側で Java アプレットとして直接立ち上げられる。画像取得スクリプトの処理内容と画像重ね合わせブラウザとを連携させる必要があるため、このスクリプト実行においては jMAISON サーバ上で以下のような処理が行われる。

3.2.1 画像リストへの入力情報の解釈およびユーザへの応答

画像リストおよび視野決定用早見画像ブラウザからの問い合わせ発行による要求は、ポインティング観測画像の取得要求とサーベイ観測画像の取得要求、そして重ね合わせ視野指定である。jMAISON サーバは、この視野指定に対応した作業ディレクトリを作成し、その識別子（以下「視野指定 ID」）をクライアント（視野決定用早見画像ブラウザ）に返す。この際、過去の要求で同一の検索条件 ID（トップページから入力される条件セットに対して割り振られる ID 番号）かつ同一の視野、同一の画像数が指定されていた場合には、その際に作成されたディレクトリを再利用することで、処理速度の高速化を図っている。

ポインティング観測画像の取得要求は、検索条件 ID 下の取得済画像の内容と照合され、もしそこに同一の画像名が見つかった場合は、jMAISON サーバがローカルにキャッシュしている画像が用いられることになる。もし見つからなかった場合は、当該リモートデータサーバに接続して画像の配信を受ける（3.2.2 章）。この配信を受ける際には、画像名から画像取得用 URL が作成される。この URL は、各リモートデータサーバごとに用意された画像取得モジュールに渡される。

サーベイ観測画像の取得要求は、視野指定 ID 下の取得済画像の内容と照合され、もしそこに同一の画像名が見つかった場合は、jMAISON サーバがローカルにキャッシュしている画像が用いられることになる。もし見つからなかった場合は、当該リモートデータサーバに接続して、サーバ上での検索や画像作成作業などを行い、当該画像の URL を取得する。この過程は、リモートデータサーバへの検索要求発行および検索結果の取得と同等のプロセスを経る。ポインティング観測データサーバとの通信に対する相違は、ポインティング観測画像の検索時には検索範囲を指定するのに対して、サーベイ観測画像の検索時には、取得する画像の視野を指定する点にある。

3.2.2 リモートデータサーバからの画像取得とクライアントへの取得結果の通知

キャッシュに画像がなかった場合は、与えられた URL をもとに、各リモートデータサーバごとに用意された画像取得モジュールを用いて、画像ファイルの配信を受ける。取得された画像ファイルには、一意のファイル名が与えられ、ポインティング観測画像の場合は検索条件 ID 下のキャッ

シュ領域に保存され、サーベイ観測画像の場合は、視野指定 ID 下のキャッシュ領域に保存される。保存された各画像は、その枚数等に応じてクライアントで処理できる形式に変換処理される（3.3 章）。変換処理後の画像は、視野指定 ID 下のキャッシュ領域に保存される。

画像が取得できたかどうかを重ね合わせ表示ブラウザが知るために、クライアントは定期的に jMAISON サーバに対して取得画像のチェック要求を発行する。jMAISON サーバは、当該要求に対して、画像取得過程の情報を返す。取得過程は、

- 1: 取得失敗
- 0: 取得中
 - 0 1: 準備中
 - 0 2: データサーバより転送中
 - 0 3: 画像変換中
- 1: 取得終了

のような構成となっている。

3.2.3 作業領域の構成

作業領域は、作業領域ディレクトリ下に階層構造を形成している。基本構造は jMAISON の作業領域に準じているが、視野指定 ID が追加されたことにより、一段深い構造となっている。ポインティング観測画像は、取得画像の内容が視野指定の影響を受けないのに対してサーベイ観測画像は、視野指定の範囲のみ含む画像である。視野指定 ID 下のディレクトリには、視野指定の影響を受けるサーベイ観測画像と、画像処理結果のみを保存する。視野指定の影響を受けないポインティング観測画像の取得画像は検索条件 ID 下のディレクトリに配置し、データの再利用をはかる。

作業領域ディレクトリ

```

|
|--検索条件データベース
|
|--検索条件 ID (ディレクトリ)
|   |--画像リストデータベース (ポインティング
|   |   観測用)
|   |--ポインティング観測取得画像 (画像 ID+ 拡張子 .fit)
|   |--DSS 背景画像 (FITS)
|   |--視野指定データベース
|   |--視野指定 ID (ディレクトリ)
|       |--画像リストデータベース (サーベイ
|       |   観測用)
|       |--サーベイ観測取得画像 (観測 ID+
|       |   拡張子 .fit)
|       |--画像処理結果 (FITS)
|--他の視野指定 ID (ディレクトリ)
: ...
|--別の検索条件 ID (ディレクトリ)
: ...

```

各項目中、MAISON と jMAISON の相違は以下のようになる。

画像リストデータベース: 基本構造は同じであるが、ポインティング観測画像用のデータベースは検索条件 ID 下に作成され、サーベイ観測画像用のデータベースは視野指定 ID 下に作成される。

FITS 画像: 同様に、ポインティング観測画像の取得画像は検索条件 ID 下に保存され、サーベイ観測画像の取得画像は視野指定 ID 下に保存される。

画像処理結果: 画像処理結果は、ポインティング観測画像であっても、処理途中でサーベイ観測画像の影響を受けるので、一律視野指定 ID 下に保存する。

3.3 画像データ処理

画像取得モジュールからの画像ファイルが揃った時点で、画像演算部に処理が移される。jMAISON で行なわれる画像演算は、早見画像ブラウザ上でユーザ指定視野に対応した領域を全ての画像から切出す処理である。

この各切出し画像は、重ね合わせ処理を簡便にする目的で、すべて同じピクセルスケールを持つものにする。ピクセルスケールの決定に際しては、画像データの重ね合わせ表示切替を高速に行なえるようにすることと、可能な限り元画像のピクセル分解能の最小のものを保持するようにすること、の両方を満たすように配慮されている。前者の条件は、Java アプレットを実行するクライアントマシン上の Java バイナルマシンが持つメモリの中にすべての画像のピクセルデータが収まるように決めること、ということになる。このピクセルスケールに合わせて WCS (World Coordinate System) ヘッダレコードの値も決められる。切出し画像の投影方法はすべて心射 (TAN) 投影に統一される。BITPIX は元画像の値がそのまま使用される。

これらの WCS をもつ新たなピクセルスケールの画像として各画像は切出される。この切出しでは、ユーザ指定視野の各ピクセルについての天球座標位置に厳密に準拠して切出し元画像データを参照しているため、WCS の精度の範囲内ではこの切出しピクセル位置決定精度は厳密に正しいものである。ただし、ピクセルのカウント値については、近傍ピクセルのカウント値からの内挿になっているので、切出し元画像データの総カウント値を完全に保存するものではない。しかし違いがあっても高々数パーセントの違い程度になる内挿計算を行なっている。切出し先画像の視野内部で、切出し元画像の視野に含まれていない部分については、データ値を持つピクセルとして切出されたピクセル値セットの最大値・最小値範囲の 10% 下の値（もしくはその BITPIX における最小値）が「DN_FLOOR」というヘッダキーワード値としてヘッダに記入され、その値で置き換えられる。この DN_FLOOR キーワードは、画像重ね合わせ表示アプレットによって参照され、この値をもつピクセルはデータ表示を意図していないピクセルとして処理されるというように使われている。

これらの処理には、画像処理自身には C 言語と FITS データの入出力ライブラリである CFITSIO ライブラリ¹⁶⁾、FITS データの処理ソフトウェアパッケージである FTOOLS コマンド群¹⁷⁾、天球座標の計算の WCSTools サブルーチン¹⁸⁾を用いており、それらとユーザインタフェース部との結合は Perl 言語で作成されている。

3.4 画像・カタログデータ重ね合わせブラウザ課題 (2) および (3) への対応

ユーザの選択した画像を表示、または、コントラストにして重ね合わせて表示する機能を強化するために、jMAISON では Java アプレットとして画像重ね合わせブラウザを開発した。このブラウザは Java アプリケーションとして開発された NAOimage⁶⁾ を Java アプレットへ改造する形で開発されている。この改造に加えて、機能的に改良、拡張された部分を以下に詳述する。従来の機能である画像表示のスケール変更、カラーマップ変更、表示範囲変更などは同様に利用できる。以下では、オリジナルの NAOimage を旧 NAOimage、新しい重ね合わせ表示ブラウザを新 NAOimage と呼ぶ。

3.4.1 画像データの取得方法の変更

旧 NAOimage では表示する画像のデータはローカルディスクから読み込む方式であった。一方、新 NAOimage はユーザが使用している WWW ブラウザ上で Java アプレットとして動作するので、画像データはネットワークを通して jMAISON サーバから読み込む必要がある。NAOimage で使用している Java FITS I/O パッケージである nom.tam.fits パッケージは http 経由での画像読み込みに対応しているため改造は容易であった。jMAISON サーバで http 経由でアクセスできるディレクトリに画像データを配置することで対応している。画像データは jMAISON サーバが各データサーバにデータ取得要求を出し、取得された後に視野合わせを行ってから読み込み可能になるので、NAOimage は画像データが読み込み可能になっているかどうかを知ってから、実際にデータの読み込みを行う必要がある。このために、NAOimage は一定間隔で jMAISON サーバに対して画像データの準備状況を CGI を通して問い合わせようになっている。

3.4.2 画像データ読み込みのマルチスレッド化

前項の画像データのネットワーク経由での読み込みへの対応と関連するが、画像データの読み込み部をマルチスレッド化している。スレッドはプログラムの中で処理を実行する単位であり、通常のプログラムはシングルスレッドで作成され、同時に 1 つの処理しか行うことができない。マルチスレッドにすることでプログラムは同時に複数の処理を行うことができるようになる。この場合は、画像の読み込みを複数同時に行いながら、すでに読み込んだ画像の表示を同時に行える。画像データの読み込みがマルチスレッド化されていないと、データ読み込み中は NAOimage は操作不可能な状態になる。ローカルディスクから画像データを

<input checked="" type="checkbox"/>	ASCA:SIS55044000	->	->	->	->	->
<input checked="" type="checkbox"/>	ASCA:GIS55044000	->	->	->	->	->
<input checked="" type="checkbox"/>	FIRST	->	->	->	->	->
<input type="checkbox"/>	ISSA:25	->	->	->	->	->
<input checked="" type="checkbox"/>	DSS1	->	->	->	->	->
<input type="checkbox"/>	GB49	->	->	->	->	->
<input checked="" type="checkbox"/>	Coordinate					
<input checked="" type="checkbox"/>	GB49(Contour)					
<input type="checkbox"/>	ISSA:25(Contour)					
<input checked="" type="checkbox"/>	PGC	->	->	->	->	->

図 5. 表示画像選択ウィンドウの例。Java アプレットで作成されており、矢印記号が順番にカラー表示されていくことで、転送の進捗状況がユーザに認識できるようになっている。また、このリスト上のラジオボタンで重ね合わせ表示する画像の選択ができるようになっている。各名称部の上でマウスクリックすると、それぞれの対象に対する描画のサブメニューが表示される。

読み込む場合には、そのデータが読み込まれるまで処理を行う必要はないので、このような仕様でも問題はなかった。しかし、jMAISON システムでは読み込む画像データが 1 つではなく複数あること、それぞれの画像データが読み込み可能になるまでの時間はそれぞれの画像データによって差があること、ネットワーク経由で読み込むためにローカルディスクから読み込むのに比べて時間がかかることなどから、画像データ読み込み部をマルチスレッド化している。このことにより、すべての画像が読み込まれるまで待つ必要はなく、読み込まれた画像から順に表示レベルの変更などの処理をすることが可能になっている。

3.4.3 画像・カタログの重ね合わせ表示

旧 NAOimage では一度に 1 つの画像データを読み込んでそれを表示することしかできなかったが、新 NAOimage では複数の画像データや更にカタログデータを読み込みそれらを任意の組み合わせで重ねて表示できるようになっている。表示させるデータを選択するために画像を表示するブラウザとは別に「表示画像選択ウィンドウ」(図 5)が表示される。このウィンドウ上では画像名の表示色(黒色と灰色)によりそのデータが読み込まれているかどうかの判断、チェックボックスにより表示・非表示の切り替えが行える。また、画像読み込み中は画像名および矢印が点滅表示する。タイムアウトにより画像の取得に失敗した場合は赤色で表示される。画像重ね合わせブラウザ(図 6)では、表示画像選択ウィンドウの中のリストの上にあるものから順に下のものが上書きされて表示される。また、それぞれの画像データをコントアで表現することができ、重ね合わせ

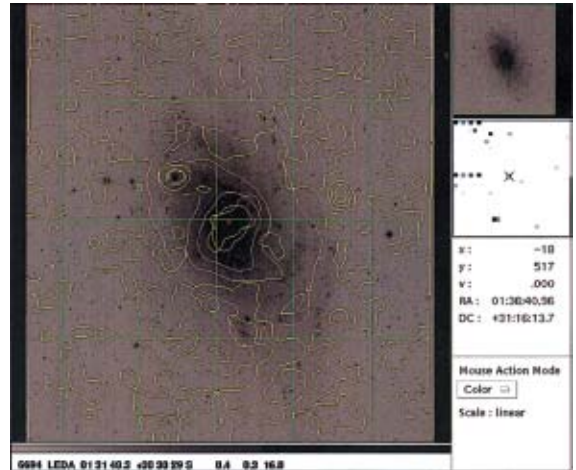


図 6. 画像重ね合わせブラウザの例。写っている銀河は M33 である。グレースケール画像が DSS-I (可視光 R バンド)、等輝度線は、ピンク色が IRAS100 μm 、黄色が Greenbank 49 GHz である。また、Catalog of Principal Galaxies (PGC) に記載されている銀河の位置が赤の x でプロットされている。個々のプロットの位置にマウスを移動させると、そのプロットがフォーカスされたことが水色の円で囲まれて示され、その天体についての主要なカタログ記載情報が画面下部に表示される。

て表示するのに有用である。コントアのレベルは現在まだ変更することはできないが、表示色は変更可能である。

画像重ね合わせブラウザ上でマウス右ボタンをクリックすることにより、カタログデータの取得と位置描画を行うことができる。カタログデータは Vizier¹⁹⁾(<http://vizier.nao.ac.jp>) にデータ要求しており、この要求では画像データの FITS ヘッダーに書かれている WCS 情報を用いて範囲指定を行っている。実際には Java アプレットはそれがダウンロードされたサーバへ対するアクセスしかできないので、jMAISON サーバ上の CGI スクリプトに アプレットから要求を出し、CGI スクリプトから Vizier にアクセスし、結果を整形してアプレットに返すという構造になっている。この CGI スクリプトでの Vizier サーバからのデータ取得は、Vizier サーバが対応している ASU の文法規約に則ることにより、http を通じて html ドキュメント形式でデータを受け取るという形式で行なっている。

現在プロットできるカタログは USNO-A2.0 カタログと PGC カタログのみであるが、ASU によって Vizier に対するデータ要求の形式は統一化されているので、任意のカタログを追加することは容易である。ブラウザ上でマウスをデータポイント上に持っていきとそのデータポイントについての情報がブラウザ下部に表示される。

4. 課題および今後の展開

MAISON から jMAISON への今回の機能強化によって、「サーベイ観測画像データだけではなくポインティング観測

画像データとカタログデータとも重ね合わせ表示する」という当初の開発目的を持ったこのシステムは、一定の完成をみたと言える。

これを受けて今後の課題は、一つにはこれらの周辺機能の更なる強化である。内部的な機能強化としては「重ね合わせ位置の微調整機能」が新たに提案されている。現在の重ね合わせは、事前にピクセル数の揃った画像を作成してそれらを合わせているだけであるので、このような微調整機能の実現には、重ね合わせ画像表示アプレット上での画像作成や位置変換の計算を迅速に行うための様々な検討が必要である。

今後の新たな展開を考える上で最も重要な外的要素として、平成14年1月から稼働が開始された Super-SINET に伴う ADAC と PLAIN センターとの間の専用線 (Gigabit Ethernet ブリッジ) の開通が挙げられる。これを使うことにより、両センターの計算機は、その間に存在していたファイアウォールなどのセキュリティ障壁を排して論理的に同一のネットワークセグメントに配することができる。またネットワーク遅延の問題も大幅に改善され、高速の相互通信速度を実現できる。この環境を最大限に活用して、jMAISON の目標の一つであった「天文データアーカイブの仮想統合」という課題は、今後新しい開発方向性へと展開していく。それは、両センターの間の「データベース直接連携システムの開発」である。jMAISON で現在実現できている機能は、あくまでも「Web サーバを介した」データアーカイブの統合である、データベース管理システム (DBMS) のレベルでの連携には踏み込んでいない。この専用線を用いることで、ADAC と PLAIN センターの間では、Web サーバを介さない「データベース直接連携システム」の開発へと踏み込むことができると考えている。このシステムの開発に取り組むことは、現在欧米で進行しつつある「仮想天文台 (Virtual Observatory, VO) 構想²⁰⁾」を日本においても考えていく上で、開発知識・経験を蓄積していくために不可欠であると考えている。

謝 辞

本開発は、国立天文台・天文学データ解析計算センターのスタッフメンバー、並びに宇宙科学研究所・宇宙科学企画情報解析センターのスタッフメンバーの協力によって進められました。国立天文台・天文学データ解析センター・天文データセンター実務会メンバーの皆様からは有益な助言や御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) T. Horaguchi, S. Ichikawa, M. Yoshida, S. Yoshida, and M. Hamabe: An Archival System for Observational Data Obtained at the Okayama and Kiso Observatories, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan*, **4**, 1–8 (1994).
- 2) T. Takata, S. Ichikawa, T. Horaguchi, S. Yoshida, M. Yoshida, T. Ito, E. Nishihara, and

M. Hamabe: An Archival System for Observational Data Obtained at the Okayama and Kiso Observatories. II, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan*, **4**, 9–21 (1995).

- 3) 西原英治, 洞口俊博, 伊藤孝士, 高田唯史, 青木賢太郎, 吉田道利, 吉田重臣, 市川伸一, 濱部 勝: データアーカイブシステム MOKA2 の開発, 国立天文台報, **3**, 23–33 (1997).
- 4) T. Horaguchi, E. Nishihara, M. Yoshida, K. Aoki, T. Ito, M. Watanabe, S. Ichikawa, T. Takata, S. Yoshida, and M. Hamabe: An Astronomical Data Archive System with a Java-Based User Interface, *Publ. Astron. Sci. Japan*, **51**, 693–701 (1999).
- 5) 渡辺 大, 青木賢太郎: 天文学データ解析計算センターにおける CD-ROM 画像データのネットワーク上での公開システムの開発, 国立天文台報, **4**, 87–99 (1999).
- 6) 馬場 肇, 安田直樹, 洞口俊博, 多賀正敏, 青木和光, 市川伸一, 浜部 勝: すばる望遠鏡高分散分光器用簡易画像評価システムの開発, 国立天文台報, **4**, 203–208 (2000).
- 7) H. Baba, N. Yasuda, S. Ichikawa, W. Aoki, M. Taga, T. Horaguchi, and M. Hamabe: Development of a Java-based Quicklook Image Browser for Echelle Spectrograph, in *Astronomical Data Analysis Software and Systems IX, ASP Conf. Ser.*, vol. 216, eds. N. Manset, C. Veillet, and D. Crabtree (San Francisco, ASP), pp. 486–489 (2000).
- 8) 安田直樹, 青木賢太郎, 渡辺 大, 多賀正敏, 西原英治, 大槻かおり, 市川伸一: 日本版 HST データアーカイブシステムの開発, 国立天文台報, **4**, 209–220 (2000).
- 9) M. Hamabe, M. Taga, W. Aoki, N. Yasuda, T. Takata, S. Ichikawa, H. Baba, T. Ozawa, M. Watanabe, and T. Horaguchi: New Image Quick-Look System for Subaru Telescope Data Archive, *ibid.*, pp. 482–485 (2000).
- 10) A. Miura, H. Negoro, S. Uno, I. Shinohara, S. Matsui, K. Matsuzaki, M. Watanabe, A. Yamashita, H. Takahashi, H. Matsui, M. Hoshino, and F. Nagase: ISAS Data Archive and Transmission System (DARTS), *ibid.*, pp. 180–183 (2000).
- 11) 多賀正敏, 青木賢太郎, 渡辺 大, 安田直樹, 市川伸一: Digitized Sky Survey 広域画像作成システムおよびウェブインターフェースの開発, 国立天文台報, **5**, 51–58 (2001).
- 12) 渡辺 大, 青木賢太郎, 三浦 昭, 宇野伸一郎: 多波長天文画像データ検索・閲覧サービス「MAISON」

- の開発, 国立天文台報, **5**, 59–72 (2001).
- 13) M. Watanabe, K. Aoki, A. Miura, N. Yasuda, and S. Uno: MAISON: A Web Service of Creating Composite Images On-the-fly for Pointing and Survey Observational Images, in *Astronomical Data Analysis Software and Systems X*, *ASP Conf. Ser.*, vol. 238, eds. F. R. Harnden, Jr., F. A. Primini, and H. E. Payne (San Francisco, ASP), pp.70–73 (2001).
 - 14) R. Becker, R. L. White, and D. J. Helfand: The FIRST Survey: Faint Images of the Radio Sky at Twenty-cm, *Astrophys. J.*, **450**, 559–577 (1995).
 - 15) <http://www.darts.isas.ac.jp/cgi-bin/rosat/rosat-survey/>
 - 16) W. Pence: CFITSIO, v2.0: A New Full-Featured Data Interface, in *Astronomical Data Analysis Software and Systems VIII*, *ASP Conf. Ser.*, vol. 172, eds. M. Mehringer, R. L. Plante, and D. A. Roberts (San Francisco, ASP), pp.487–489 (1999).
 - 17) J. K. Blackbum: FTOOLS: A FITS Data Processing and Analysis Software package, in *Astronomical Data Analysis Software and Systems IV*, *ASP Conf. Ser.*, vol. 77, eds. R. A. Shaw, H. E. Payne, and J. J. E. Hayes (San Francisco, ASP), pp. 367–00 (1995).
 - 18) D. J. Mink: WCSTools: An Image Astrometry Toolkit, in *Astronomical Data Analysis Software and Systems VIII*, *ASP Conf. Ser.*, vol. 172, eds. M. Mehringer, R. L. Plante, and D. A. Roberts (San Francisco, ASP), pp. 498–501 (1999).
 - 19) F. Ochsenbein, P. Bauer, and J. Marcout: The VizieR Database of Astronomical Catalogues, *Astron. Astrophys. Suppl.*, **143**, 23–32 (2000).
 - 20) A. Szalay and J. Gray: The World-Wide Telescope, *Science*, **293**, 2037–2040 (2001).