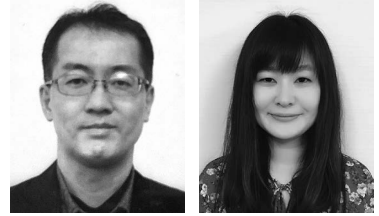


SMOKA～日本の 天文データアーカイブを先導して

中島 康¹・樋口 あや²・
SMOKA チーム



中島

樋口

〈¹ 国立天文台 天文データセンター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉
 〈² 東京電機大学 理工学部 理学系 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂〉
 e-mail: ¹yasushi.nakajima@nao.ac.jp, ²aya.higuchi@mail.dendai.ac.jp

天文データアーカイブシステム SMOKA による国内機関の光学赤外線望遠鏡の公開データの提供ははじめて20年が経とうとしています。科学研究コミュニティにデータ公開の潮流が押し寄せている昨今、改めて SMOKA とは何か（提供するもの、使い方、利用状況、成果、目指すもの）を紹介し、最近の SMOKA の進捗や、大学所有の望遠鏡のデータを SMOKA で公開する方法、課題についても紹介します。

1. SMOKA（えずもか）とは

すばる望遠鏡は世界有数の機能と性能をもつ光学赤外線望遠鏡ですが、そのすばる望遠鏡の観測データは、基本的に観測日から18カ月が過ぎると、誰でもダウンロードして教育・研究用に利用できます。ご存知でしたか？サイエンスのチャンスは皆さんに開かれています。

SMOKA（Subaru-Mitaka-Okayama-Kiso Archive system）とは、すばる望遠鏡をはじめ、国立天文台および国内の大学の光学赤外線望遠鏡の公開データを提供する天文データアーカイブシステムです [1]。国立天文台・天文データセンターによって開発・運用されています。2001年6月より運用を開始し、2021年2月末現在、34にのぼる観測装置（表1）の公開データを提供しています。

1.1 提供しているもの～生データ

観測装置で取得された直後の状態のデータを生データといいます。生データの画像には天体以外に起因する信号が含まれていたり、CCD等の検

出器の量子効率が画素によって違っていることや光学系による感度ムラによって天体の光の信号が

表1 SMOKAでデータ公開中の観測装置。一部装置は共同利用枠のみ公開。

すばる望遠鏡	Suprime-Cam, FOCAS, HDS, OHS/CISCO, IRCS, CIAO, COMICS, CAC, MIRTOS, MOIRCS, Kyoto-3DII, Hi-CIAO, FMOS, HSC, CHARIS, IRD, SWIMS, MIMIZUKU
岡山天体物理観測所 188 cm 望遠鏡	ISLE, KOOLS, HIDES, OASIS, SNG, MuSCAT
東京大学・木曾観測所	1kCCD, 2kCCD, KWFC, シュミット乾板デジタル化データ
東京工業大学・MITSuME	明野, 岡山
広島大学・東広島天文台	HOWPol, HONIR
兵庫県立大学・西はりま天文台	NIC
京都大学・せいめい望遠鏡	KOOLS-IFU

本来のものから少し違うものになっています。生データに対して、天体からの本来の光の信号を取り出すための適切な較正処理を行って初めて科学的な解析を行うことができます。SMOKAで提供している観測データはこのような較正処理をする前の生データです（一部の装置については較正処理済みデータも提供しています）。

提供している生データのファイル形式はFITS (Flexible Image Transport System) [2]です。あらゆる波長の天文観測データの保存に最も一般的に使われているファイル形式です。FITSファイルには、画像そのもののデータに加えて、ファイル冒頭のヘッダという部分に観測時刻や使用したフィルター、露出時間、対象天体の赤経赤緯など、どのような設定・条件で観測したか等の情報が記録されています。これらの情報は較正処理や解析の際に必要となります。ふた昔前の天体観測であればこれらの情報は観測野帳のようなノートに手書きで記録すれば十分だったのかもしれませんが、大量のデジタルデータが取得される現在では、データの処理および管理をするうえで、データファイル内にそれらの情報がメタデータとして含まれていること（自己記述性）が要求されます。ヘッダ部分の情報は、観測時に観測装置のシステムによってファイルに書き込まれるのですが、ときどき誤っていることがあります。SMOKAでは観測所や観測装置グループと緊密に連携し、修正情報を収集することで、SMOKAユーザが利用する際に正しい情報が伝わるように努力しています。

観測装置からの生データに加えて、各観測所の気象データ（気温、湿度、風速、風向など）も参照できるようにしています。さらに、岡山観測所、東広島天文台、MITSuME（明野）、木曾観測所については、全天スカイモニタ画像の検索と

ダウンロードが可能です。1-10分に一枚の頻度（観測所や時期によって異なります）でデジタル一眼カメラに魚眼レンズを付けて全天の写真をとったものです。気象データと全天スカイモニタ画像は、観測条件を検証するためのデータとして提供していますが、全天スカイモニタ画像は理科教育（日周運動の動画など活用例は本号の伊藤信成氏の記事を参照してください）や流星などの研究（2020年7月の習志野隕石の火球も写っていました）にもご活用いただけます。

1.2 使い方

WebブラウザでSMOKAホームページ (<https://smoka.nao.ac.jp>) (図1) にアクセスして、データ検索および請求^{*1}をすることができます。データ検索をするだけなら誰でもできますが、データ請求にはユーザ登録が必要です。請求されたデータをダウンロードするリンク先をメールでお知らせするためです。ユーザ登録は同ページのユーザ登録フォームから行えます。ユーザ登録は、研究者のみならず教員や社会教育施設関係者、アマチュア天文家・天文愛好家の方も可能です。ただし、利用は非営利の研究教育の目的に限ります。

データ検索にはいくつかの方法を用意しています。主なものは以下です。

- 1) シンプル検索：天体名で検索。観測時に観測者が入力した天体名を参照します。
- 2) アドバンスド検索：赤経赤緯の範囲や観測装置、フィルターの種類などさまざまな条件を指定して検索。
- 3) カレンダー検索：観測年月日を指定して、その日の観測リストから観測データを選ぶことができます。この検索画面では気象データの参照もできます。
- 4) SUP専用検索：Suprime-Cam専用の検索ページ。広視野カメラはデータ請求の需要

^{*1} ウェブページのフォームを使用せずにメールにて請求するシステムも用意しています。大量のデータ請求を行う際に便利です。

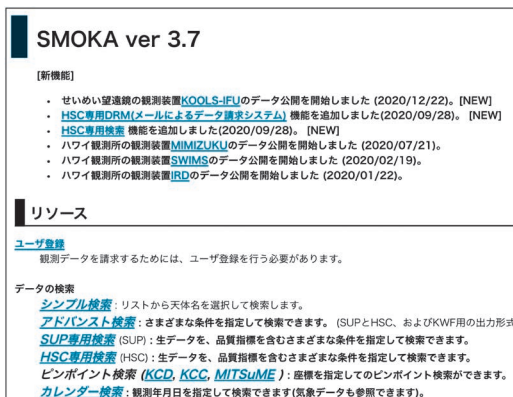


図1 SMOKA ホームページ (日本語版). ユーザ登録や各種データ検索へのリンクが貼られています。英語版もあります。

が高いため、専用検索ページを用意しました。アドバンスド検索機能に加えて、品質評価量を使った絞り込み検索もできます。

- 5) HSC専用検索: Suprime-Camに続いて、超広視野カメラのHyper Suprime-Cam (HSC)にも専用検索ページを用意しました。詳細は3.3をご覧ください

各検索の使い方の詳細についてはSMOKAホームページをご覧ください。

1.3 目指すもの

観測データは天文学研究を支える基盤です。さらに、個々の観測データはある時刻のある場所の宇宙の姿をある方法で捉えた唯一無二のものです。従って、そもそも観測データをきちんと保存・管理することは非常に重要なことです。そのうえで、2001年以来、SMOKA チームは以下の目的に貢献すべく日々運用と開発に努めています。

- (1) 観測データの当初の提案とは異なった発想・目的や較正・解析方法で新たな研究成果を創出すること。

特に広視野のカメラでは、数多くの多様なものが写りこんでいます。思いがけない発見の宝庫です。また、他の時刻や波長のデータと組み合わせることで時間変動や波長特性の情報が得られま

す。

- (2) 研究成果の検証を可能にすること。

研究成果が画期的なものであればあるほど第三者による検証は重要です。そのため、研究成果の根拠となるデータが共有され、第三者がアクセスできるようにすることが必要です。

この (1) と (2) は生データであることが重要です。過去の較正方法が間違っていることがあったり、目指すサイエンスによって最も適切な較正方法が異なりうるからです。そのため、SMOKA では生データを提供しています。

そのほか、観測計画の立案、研究テーマの発案、ソフトウェアの開発・試験、教材の開発、データ解析の実習、演習や自由研究、などさまざまな活用による研究・教育活動への貢献も目指しています。

1.4 なぜ公開するのか？

すばる望遠鏡など多くの観測所(望遠鏡・観測装置)の建設・製作や運用は、校費や運営費交付金や科学研究費補助金などの国民の税金を財源とする経費で主に賄われています。そこから生産された観測データを観測者だけにとどまることなく、多くの人が研究・教育で利用できるようにすることもSMOKAの使命であると考えています。この考えは、国内外の政策として近年取り上げられている「オープンサイエンス」[3]にもマッチしており、文部科学省が「オープンサイエンス」の事例を紹介する資料[4]にSMOKAが取り上げられています。

「オープンサイエンス」をはじめ、近年の科学研究コミュニティにおいてデータ公開の潮流が押し寄せています。もうひとつの例が「データ利用可能性ステートメント」です。「データ利用可能性ステートメント」とは、論文中で報告する知見の解釈、再現と発展に必要な「最低限のデータセット」を第三者が利用可能であるか、可能であればどのように入手できるかの記述です[5]。多くの論文誌で「データ利用可能性ステートメン

ト」を論文中に記載することが義務化され、データ共有が勧告されています。論文誌だけではなく、研究助成機関でも「データ利用可能性ステートメント」を要求、あるいは一歩進んでデータ共有を要求する動きがあります。

これらデータ公開の潮流を見ると、ようやく時代がSMOKAに追いついた感があります。

2. SMOKAの利用状況と成果

2.1 ユーザ数

2021年2月末現在のユーザ登録数は246名です。登録ユーザを毎年度リセットしているため、この人数は当年度に実際にSMOKAを利用したユーザの数を反映しています。毎年、年度末の時点で250から300名程度の登録があります。SMOKAは海外の天文研究コミュニティの間にも広く知られており、国内だけではなく、国外からも登録があります（そのため、SMOKAのページの多くに日本語版と英語版の両方を用意しています）。

2.2 請求数

図2は月ごとのデータ請求の推移を表したグラフです。総データ請求数は20年ほどにわたって増加傾向にあり、最近では毎月数十万ファイル、データ量でいうと数テラバイトがダウンロードされています。装置別では、広視野カメラSuprime-Cam（視野約34分角×27分角）の請求数が2016年ごろまでは最も多く、その後Suprime-Camが運用を終了した後は、その後継機である超広視野カメラHSC（視野直径1.5度）の請求数が最も多くなっています。広視野カメラのアーカイブデータの需要が高い傾向は20年ほどにわたりずっと続いています。その他の観測装置も、割合では少なく見えますが、合わせて数千ファイルもの請求数が毎月あります。

HSCについては、データ公開はSMOKAだけではなく、HSCプロジェクトからも行われています[6]。SMOKAでは全観測の生データを公開していますが、HSCプロジェクトではすばる戦

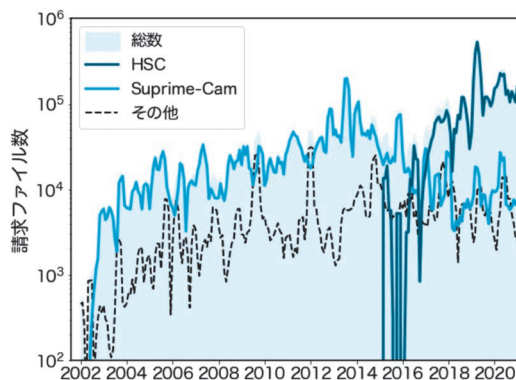


図2 請求ファイル数（3カ月移動平均）の推移。縦軸は対数。薄青のベタ塗りが総数を表し、紺と青の実線および黒の破線がそれぞれ、HSC、Suprime-Cam、その他の装置別の請求数を表しています。

略枠プログラム[7]で観測されたデータのみについて、生データではなく較正処理済みデータを公開しています[8]。サイエンスのための解析をするには較正処理済みデータを手に入れるのが研究者としては楽であるので、HSCプロジェクトから多くのデータがダウンロードされていることが予想されます。それでもSMOKAからも多くのデータがダウンロードされており、それなりに生データが必要とされていることがうかがえます。

2.3 論文

SMOKAからダウンロードしたデータを利用した主な査読論文誌での論文数は、2021年2月末現在、累計で262本です。図3は年ごとの論文数の推移です。近年では毎年15本程度の論文が出版されています。装置別では、Suprime-Camのデータを使った論文が最も多く、全体の71%を占めています。Suprime-Camのデータ請求数の多さがここに反映されています。近年では、HSCの請求数が最も多くなっているため、今後、HSCのデータを使った論文が増えることが期待されます。

SMOKAからダウンロードされたデータが論文中でどのような位置付けで使われているか、その割合を示したのが図4（上）です。全体の42%

SMOKAからダウンロードした観測データ
を利用した査読論文数（観測装置別）

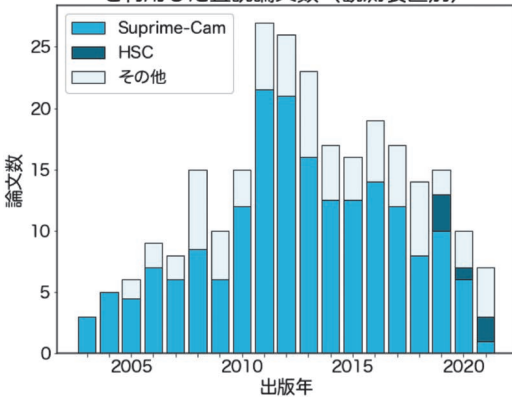


図3 SMOKAからダウンロードしたデータを利用した査読論文数の推移（2021年2月末現在）. Suprime-Cam（青）が大半を占めていますが、HSC（紺）も徐々に現れています。

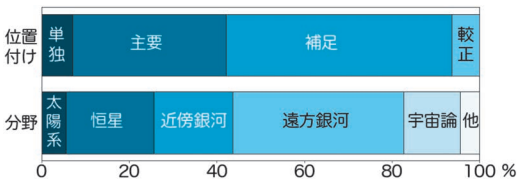


図4（上）：SMOKAデータの論文中での位置付けの割合（下）：SMOKAデータを利用した論文の研究分野の割合。

がSMOKAからのデータを単独あるいは主要なデータとして使っています。新規観測を行うことなくSMOKAからのデータを主軸として論文を書くこともできることを意味しています。すばる望遠鏡等の観測プロポーザルを書く前にまずはSMOKAで検索してみてください。また、論文を補足するものとして使われるケースが半分程度あります。論文を作成する際に、補足できるデータがないかSMOKAで検索してみてください。

図4（下）は、SMOKAからダウンロードしたデータを利用した論文の研究分野の割合を示しています。太陽系内天体から宇宙論まで幅広い分野の研究に使われていますが、銀河系外天体の割合が多いようです。

2.4 教育普及活動への利用

大学などでの教育現場でもSMOKAからのデータが使われています。詳細は本号の伊藤信成氏の記事を参照してください。

3. 最近の進捗

SMOKAは常に変化しており、新規観測装置や新機能を追加しています。ここでは最近3年間程度の進捗を紹介します。

3.1 新規観測装置のデータ公開

新規公開データとして、2018年に岡山天体物理観測所188 cm望遠鏡のMuSCAT（多色トランジット観測装置）、すばる望遠鏡のCHARIS（高コントラスト近赤外線面分光装置）、2019年の終わりに西はりま天文台のNIC（近赤外3色同時カメラ）、2020年にすばる望遠鏡のIRD（赤外ドップラー装置）、SWIMS（近赤外線2色同時多天体分光撮像装置）、MIMIZUKU（中間赤外線観測装置）、そして、せいめい望遠鏡のKOOLS-IFU（ファイバー型可視光面分光装置）のデータを公開しました。

新規観測装置のデータをSMOKAで公開できる形にするには多くの労力が必要です。単純に観測データをSMOKAのシステムの中に置くだけではありません。観測装置グループという閉じたコミュニティで通用していた情報記載の形式（特にメタデータ）は、必ずしも標準的な形式であるとは限りません。標準的な形式に合わせて一般の研究者が理解できるように整備する必要があります。FITSファイルには、FITS規約という標準化の決まりがあります。FITSファイルのヘッダには較正処理や解析に必要な情報が記載されるのですが、FITS規約に従っていないと一般の研究者に理解されない恐れがあります。公開までに新規観測装置のデータがFITS規約に従っているかの確認を行う必要があります。特に最近、新しい発想の元に作られた複雑な観測装置が増えており、それゆえにFITSヘッダのキーワードの数や

種類も増えており、FITSヘッダの情報の確認が複雑になっています。観測開始から間もない装置では、FITSヘッダの情報が観測日によって変動し、なかなか安定せず、それらを一律に取り扱うことが難しいことがありました。さらに、観測装置によっては、FITSヘッダの情報が欠落していたケース、あるいは、キーワードとして定義している内容と異なったものが記録されているものがあり、公開前に修正をするということもありました。

これらの作業をするには、各観測所や観測装置グループとの緊密な連携が必須です。そのため、ハワイ観測所、東広島天文台、木曾観測所、岡山天体物理観測所にはSMOKAスタッフが現地に赴き定期的に打ち合わせを行ってきました。

各観測装置をよく知ることも大切であり、筆者のうち樋口はIRDのデータアーカイブ構築を担当したのですが、アストロバイオロジーセンターのスタッフの協力のもと、IRDのデータを自ら較正・解析し、系外惑星を自分でも探してみようと試行錯誤しています。

このように苦勞して公開したデータが順調に請求されると公開したかがあります。最近公開したのものの中ではCHARISとIRDの観測データのダウンロード率が特に高いです。CHARISとIRDは系外惑星観測に特化した装置ですが、近年著しく発展している研究分野の装置の観測データが注目されていることがうかがえます。

3.2 木曾シュミットカメラ乾板のデジタル化データの公開

東京大学木曾観測所では木曾シュミットカメラの乾板データ約6,300枚をデジタル化しました[9]。この件についての詳細は、近々本誌面にて拜見できることを期待しますので、ここでは省略します。

SMOKAチームではデジタル化されたデータを

FITSファイルに変換し、そのうち約5,500枚については位置較正を行い、FITSファイルに1-3秒角程度の精度の赤経赤緯の情報を追加しました。そして、その検索請求システムを開発して2019年9月に乾板デジタル化データの公開を開始しました[10]。赤経赤緯や使用したフィルターやプリズム、乾板の乳剤の種類などを指定して検索しダウンロードすることが可能です。

木曾シュミットカメラ乾板データは6°×6°の超広視野をもち、観測時期は1974年までさかのぼることができます。太陽系内移動天体や変光天体、突発現象、固有運動の研究に役立つことが期待されます。

3.3 HSC検索および請求機能の強化

先の章でも示したように、近年ではHSCのデータ請求が最も多くなっています。そのため、HSCのデータをより効率的に検索および請求できる機能を2020年10月にSMOKAに追加しました。

HSC専用検索

既存のSuprime-Cam専用検索ページと同様に、HSC専用検索ページ(図5)では赤経赤緯やフィルター、露出時間といった通常の検索項目に加えて、シーイングサイズ、星像の扁平率、スカイレベル、限界等級といった観測データの品質評価量で絞り込み検索ができます。これら品質評価量は、ショット*2ごとに視野中央の数フレームから代表値を算出しています。

図6は現在公開しているHSCのデータのうちRバンドの観測データの品質評価量の分布です。シーイングサイズの分布のピークは0.6-0.7秒角のあたりにありますが、1秒角を大きく超えるものもあります。シーイングサイズで絞り込みを行うことで、よりシャープな星像の観測データだけを検索することができます。星像の扁平率は望遠鏡の

*2 HSCは焦点面に116枚のCCDを並べたモザイクカメラです。このうち、フォーカス用の8枚、オートガイダー用の4枚を除いた104枚がサイエンス用のCCDです。一度の露出で取得される104枚の画像のセットのことをショットと呼びます。先代のSuprime-Camは10枚のCCDからなり、10枚全てがサイエンス用でした。

図5 HSC専用検索ページ. アドバンスド検索画面もこのような赤経赤緯やフィルターなどの各種検索条件を入力するフォームをもちます. Suprime-CamとHSC専用検索ページでは, 画面下方のData qualityの段にてシーイングサイズなど品質評価量の値の指定ができます.

ガイド精度を反映します. 扁平率は星像の短軸と長軸の長さから「1-短軸/長軸」で算出した量です. この値が0に近いほど真円に近いのですが, 図の分布ではほとんどが0.1以下であり精度良くガイドできていることがうかがえます. HSCの焦点面のCCDのうち4枚がオートガイド用として使われておりその効果が現れているようです. ただし, ごくまれに観測の手法(彗星

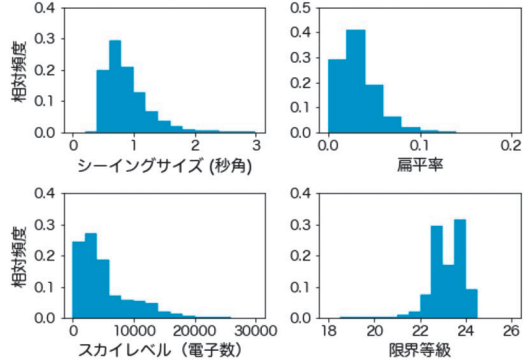


図6 HSCのRバンドデータの, シーイングサイズ, 星像の扁平率, スカイレベル, 限界等級の相対頻度の分布.

などの追尾) や望遠鏡のエラーによって星が線のように伸びている画像もあります. 星像の扁平率で絞り込むことで, そのようなデータを排除できます. スカイレベルは星像の写っていない背景の部分のカウント数(電子数)の平均値です. スカイレベルの値からそのゆらぎであるスカイノイズが決まり, スカイノイズが, 通常, 可視光波長域の測光誤差を決めます. スカイレベルの値が大きいものほどスカイレベルの値が精度良く求まり, 測光誤差も小さくなります. 限界等級はどのくらい暗い星まで等級誤差0.1等以下で測定できるかをAB等級で求めたものです. より深い観測データを選択することができます.

HSC用メール請求機能

SMOKAでデータ請求する方法は二種類あります. ウェブページのフォームを用いる方法と定型フォーマットで書き込んだメールを送る方法です. SMOKAはデータ請求を受けると, FITSヘッダの修正^{*3}, ファイルの圧縮, ハッシュ値^{*4}の計算を行ったうえで, ダウンロード専用FTPサイトにファイルを置き, そのFTPサイトのリン

^{*3} SMOKAでは生データの最初に記録された状態を保存することを重視します. そのため, 保存している生データのFITSヘッダを書き換えることはせず, ユーザがダウンロードする際に, そのときの最新の修正情報を用いてFITSヘッダの修正を行います.

^{*4} ファイルが壊れていないか, および改竄されていないかの確認に使います.

クを請求元のユーザにメールでお知らせします。ユーザはそのお知らせメールが来るのを待ち、受け取ってから初めてデータをダウンロードできるのですが、データ容量が大きくファイル数が多いとその待ち時間が長くなります。例えば、HSCの25ショットのデータをtarでかためる場合には、その待ち時間は1時間以上になります。

HSCのために新しく用意した機能では、その待ち時間が非常に短くなります。上記の例の場合、数分程度に縮まります。HSCのデータについては事前に、FITSヘッダの修正、ショットごとにtar+bzip2またはfpack+tarで圧縮、そしてハッシュ値の計算を行ったものをすでに用意しています。そのため時間が大幅に短縮されるというわけです。HSCの場合、観測装置グループの尽力の結果、FITSヘッダの修正がたいへん少ないため、事前に用意しておくことが可能になっています。現在この機能はメールによる請求のみに対応しています。

4. SMOKAでデータ公開するには

「データ利用可能性ステートメント」や「オープンサイエンス」などのデータ公開の潮流を受けて、自分の大学の望遠鏡のデータもSMOKAで公開したいと思われた担当者の方、まずはSMOKAチームにご相談ください。データ転送方法、データ公開ポリシー、生データファイルの内容（特にメタデータ）などの確認の打ち合わせを重ね、当該機関と連携しながらSMOKAチームがシステムを構築します。公開にあたって、各機関に求められる主なものは以下です。共同利用観測を行っている機関では、「観測者占有期間」などのルールの方策が必要ですが、そうでない大学等では条件がゆるやかになっています。

(1) 観測生データとともに、マシンリーダブルな形で、較正と解析に必要なメタデータ（時刻、フィルター、積分時間、赤経赤緯、観測モードなど）の正しい情報の提供

各機関が情報の正しさを確認し、必要に応じて修正情報を提供します。そのうえで、最も理想的なのはFITSヘッダに必要なメタデータが全て正しく入っていることですが、そうでない場合も、手書き観測ログではなくマシンリーダブルな形でリストが提供されれば、そのリストに基づいてSMOKA側でFITSヘッダに埋め込みます。生データのFITSファイルがFITS規約に違反していても、あるいは極端な場合、FITSファイルでなくてもSMOKA側で正しいFITSファイルに変換します。

(2) どのデータをいつ公開するかの管理

「どのデータをいつ公開するか」は各機関が決め、SMOKAはそれに従って公開します。全てのデータを公開することは求められていません。試験観測データや不適切なデータ（読み取りエラーなど）なども含めて、公開しない方が良いと各機関が判断するデータは非公開とします。各機関は、公開する各フレームに対して公開開始日を設定し、そのリストを作成し、必要に応じて更新します。SMOKAはそのリストに基づいて公開作業を行います。

5. 今後の課題

最近の進捗を紹介しましたが、後退している部分もあります。重複領域検索や移動天体検索など、以前に提供していた機能を停止しています。予算や人員が十分ではない状況が続いているためです。観測機器も増えていき多くのデータが創出され、「データ利用可能性ステートメント」を要請する論文誌も増え、「オープンサイエンス」の流れにも乗り、天文学においてもデータアーカイブはますます必要とされるでしょう。そのニーズに応えるべくSMOKAを続けていく道を模索するのが今後の課題です。なお、国内機関の望遠鏡

の観測データアーカイブをSMOKAというひとつの窓口でサービスしていますが、これは大学共同利用機関である国立天文台としての使命であると考えています。

観測所や観測装置グループとの緊密な連携が、データアーカイブの公開には必要なのですが、2020年春以降、新型コロナ禍において対面の打ち合わせをもつことが難しくなり、運用が滞る場面もあります。本稿執筆時には長いトンネルの先がまだ見えません。この状況下でも確実にデータを公開していくこと、そして、トンネルを抜けた後にはSMOKAを日本の天文学にとってさらに重要なものとして定着させていくことが課題であります。

新型コロナ禍に関連してもう一言。新型コロナ対策の影響を受けて観測がストップした望遠鏡もありました。常に観測データが取得できるという環境が普遍ではないということを思い知らされ、アーカイブデータは天文学者にとってかけがえない財産であることを再認識させられました。

謝 辞

SMOKAの運用にあたって、関係する各機関の担当者の皆様の日頃のご協力に感謝します。SMOKAを利用している方々へもそのご愛顧に感謝をいたします。最後に、本稿の機会をくださった天文月報編集部、なかでも原稿作成にご助言をいただいた小宮山裕氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- [1] 吉田鉄生, 樋口祐一, 2015, 天文月報, 108, 561
- [2] <http://jaipa.nao.ac.jp/jfits/> (2021.3.1)
- [3] <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t291-1.pdf> (2021.3.1)
- [4] https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu22/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/12/08/1380241_04.pdf (2021.3.1)
- [5] <https://www.natureasia.com/ja-jp/ndigest/v13/n12/データ共有と再利用促進のための新方針/80896> (2021.3.1)
- [6] <https://hsc-release.mtk.nao.ac.jp/doc/> (2021.3.1)
- [7] 高田昌広, 2019, 天文月報, 112, 89
- [8] 古澤久徳, 高田唯史, 2019, 天文月報, 112, 105
- [9] https://pplate.nao.ac.jp/20190913_2019b_Y04b.pdf (2021.3.1)
- [10] https://pplate.nao.ac.jp/20190913_2019b_Y05b.pdf (2021.3.1)

SMOKA~Leading Japanese Astronomical Data Archive

Yasushi NAKAJIMA, Aya HIGUCHI, SMOKA team

¹*National Astronomical Observatory of Japan, ADAC, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan*

²*Division of Science, School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyama-machi, Hiki-gun, Saitama 350-0394, Japan*

Abstract: SMOKA, Subaru-Mitaka-Okayama-Kiso Archive system, started providing public data of Japanese optical-infrared telescopes 20 years ago. Here, we introduce all about SMOKA, e.g., its role, products, usage, and outcome. Furthermore, we also present recent progress and future plans.