

DOI を用いた天文学研究資料の横断的な整理・公開に向けた取り組み ー岡山天体物理観測所を一例としてー

根本しおみ^{*1}, 高田良宏^{*2}, 堀井洋^{*3}, 堀井美里^{*3}, 飯野孝浩^{*4}, 林正治^{*5}

An attempt for cross-cutting organization and publication of astronomical research materials using DOI: A case study of Okayama Astrophysical Observatory

Shiomi NEMOTO^{*1}, Yoshihiro TAKATA^{*2}, Hiroshi HORII^{*3}, Misato HORII^{*3},
Takahiro IINO^{*4} and Masaharu Hayashi^{*5}

Abstract

Astronomical research materials such as observing instruments, photographic plates and blueprints are important materials that records the history of the improvement of not only astronomy but also modern natural science. These materials are stored in many universities and research institutes with their manners. For the cross-cutting materials organization, we addressed to construct a “subject repository” that uses Digital Object Identifier(DOI). For the first attempt, we tried to arrange materials stored in Okayama Astronomical Observatory. In this paper, first results of the arrangement of astronomical research materials and meta data inherence using Dublin Core method.

概要

天文学研究資料は機器や乾板、設計図等多岐にわたっており、我が国の天文学や自然科学の発展を記録した重要な資料である。また、これら資料群は国内の大学や研究機関に広く保管・収蔵されている。資料の種類や機関を横断した資料情報の整理の手法として、我々はデジタルオブジェクト識別子 (DOI) を用いた「サブジェクトリポジトリ」の構築を目指している。その嚆矢として、国立天文台岡山天体物理観測所の資料群を対象に、天文学研究資料の分類を試みた。本稿では天文学研究資料の分類や、Dublin Core を用いたメタデータ付与について報告する。

Keywords: 天文学研究資料リポジトリ, サブジェクトリポジトリ, デジタルオブジェクト識別子 (DOI), 岡山天体物理観測所

doi: 10.20637/JAXA-RR-17-009/0002

^{*} 平成 30 年 1 月 18 日受付 (Received January 18, 2018)

^{*1} 国立天文台 (National Astronomical Observatory of Japan)

^{*2} 金沢大学 (Kanazawa University)

^{*3} 合同会社 AMANE (AMANE.LLC)

^{*4} 東京農工大学 (Tokyo University of Agriculture and Technology)

^{*5} 国立情報学研究所 (National Institute of Information Science)

1. はじめに：天文学研究資料の永続的な保存の意味

国内各地の天文関連施設・学術機関には、過去の観測や研究に使用された観測機器や乾板・フィルムなどの天文学研究資料が多数現存している。それらは、本国の天文学の発展に資する重要な学術資源であり、確実な保存と次世代への継承が求められている。天文学研究資料を保存・継承することの意義は、①過去に実施された観測・研究の妥当性・有意性を検証するための根拠、②過去の成果を最新の技術を用いて再度分析・検証することによる、新たな学術的知見の獲得、③教育や公開を通じた、科学技術について広く社会へ普及・啓蒙、などが挙げられる。天文学分野では、常に最新の科学技術が研究・観測に適用され、かつ観測プロジェクト単位で観測機器を独自に製作・運用することが多いことから、科学技術史的な観点から、観測データと併せて観測機器やマニュアル等の関連資料についても記録・保存することが求められている。

関連する近年の取り組みとして、宇宙科学研究所（ISAS）が所有する写真や各種資料の整理・公開の取り組み「宇宙科学資料データベース」が先端的事例として挙げられる（川上ら、2016）。同所の保有する80万枚にも及ぶネガ・デジタル写真や実験計画書等、60年間の研究活動に際して産生された資料群にデジタル化とメタデータ付与を施し、同所のデジタルアーカイブとして公開を行っている。さらに、天文学研究においては、写真・文書とともに観測装置等の機器資料も重要である。国立天文台では保有する機器群を整理するアーカイブ室を天文情報センター内に2008年に設立（現在は閉室）、各種観測・測定装置の発掘・復元や、行方不明の装置の搜索・回収、そして写真資料等のデジタル化を行った。また、研究過程の記録として重要なオーラルヒストリー記録の取り組みも行われつつある（高橋ら、2017）。

さらに、多くの先行研究では資料群は機関毎に整理・情報公開がなされてきたが、整理対象とすべき同様の貴重な資料群は国内の大学・研究機関等に多数存在していると考えられる。著者らは、これまでに自治体や大学等と連携して、地域に現存する歴史資料の調査・デジタル化・公開に取り組んできた（堀井ら、2012）。2014年に一般社団法人学術資源リポジトリ協議会¹（以下、本協議会）を設立し、歴史資料など“非文献資料”を含む学術資料全般を対象にした組織・分野横断的な情報共有を目指している。その一環として、明治・大正期の日本において、教育・研究目的で使用された科学実験機器および教育掛図資料の資料情報に対して、デジタルオブジェクト識別子（DOI: Digital Object Identifier）²を付与する試みを実施してきた（堀井ら、2012）。個々の資料情報に対して、固有識別子を付与す

¹ <http://www.repon.org>, 一般社団法人学術資源リポジトリ協議会（2017年6月30日確認）

² <https://www.doi.org>, the International DOI Foundation（2017年6月30日確認）

ることにより、資料の保存・整理の観点からは 資料の存在肯定の手段が確立され、活用の観点からは活用成果と学術情報を結びつける効果・役割が期待される。

科学実験資料を含む学術資料を“情報資源化”し、それらを広く社会に対して公開・利用促進するオープンサイエンスの推進は、世界の潮流となりつつある。国内においても、最終成果である論文等成果に加え、その根拠となる研究資料、さらには、研究過程、もしくは、研究環境を示す資料も併せてのリポジトリ化・オープン化が急速に進んでいる。しかしながら、天文学分野では、常に最新の科学技術が研究・観測に適用され、かつ観測プロジェクト単位で観測機器を独自に製作・運用する、いわゆる一品物の観測機器等が多いことから、観測データを再利用するには併せて観測機器やその図面、マニュアル等の関連資料についてもリポジトリ化・オープン化することが求められる。

2. 固有識別子 DOI を介した資料間の関連付けと資料情報の公開

本研究では、天文学資料およびその関連資料のデジタルデータ（画像データ等）とそのメタデータのセット（コンテンツ）に対して、固有識別子である DOI を付与する。前述した通り、天文学資料には、観測データや論文等の学術成果物と併せて、観測機器や関連資料・関係者へのインタビューなど、研究活動の全貌を記録・検証するために不可欠な多種多様な資料が含まれる。図 1 に DOI を介した資料情報の関連付けに関する概要を示す。

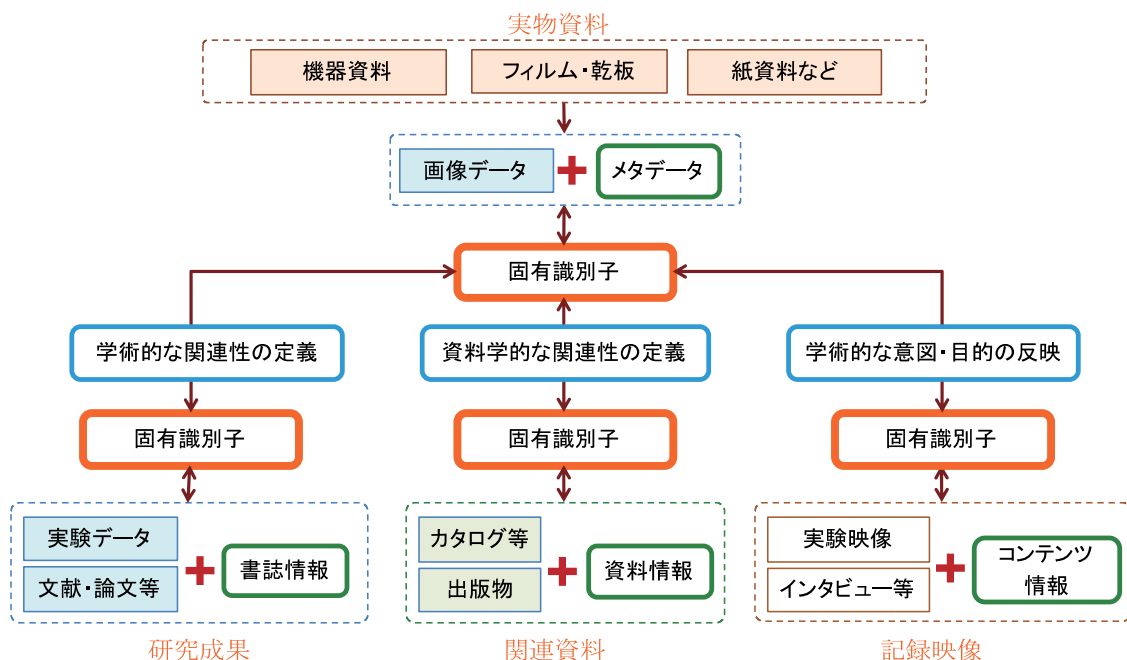


図 1: 固有識別子を介した資料関連付けの概要

天文学研究資料に対してDOIを付与する意義は、まず第1に多様な資料・文献間における参照関係の明確化である。論文や著書などの文献上で、天文学研究資料などの資料を参照する場合には、これまで所蔵機関名および資料名を記述することが一般的であった。しかし、参照された資料を特定し、資料情報への参照を行う場合には、所蔵機関へ問い合わせるか、過去に刊行された目録を閲覧する必要があった。これに対して、資料情報にDOIを付与することによって、物・紙・電子データなど多様な資料間の関係性を電子的に定義することが可能となり、複数の資料からなる学術的な意味を有した“群”の構築と公開が実現される。第2に、DOIを固有IDとして採用したことで、論文など文献資料と同様に横断検索の対象となることである。これにより、組織横断的な資料比較研究や、文献資料と資料情報を一体的・総合的に扱う新たな研究環境の構築が実現される。現在、学術機関リポジトリデータベース（IRDB）³は、国内の機関リポジトリからメタデータを収集し、論文検索サービスCiNii（<http://ci.nii.ac.jp/>）や国立国会図書館との連携を実施しているが、それらを利用した隣接・他分野との情報連携についても可能となる。

第3に、天文学研究資料の存在肯定手段の確立である。現在、認知されている天文学研究資料の大部分が大学や天文台の所蔵機関に所蔵されているが、目録や管理台帳等に資料情報が記載されていない、所謂“未整理資料”が少なからず存在することは事実である。これまでは、資料台帳や目録などの紙媒体への資料情報の記載が資料の存在肯定における代表的な手段であったが、これに加えて、資料情報へのDOI付与とその電子的な蓄積・公開が資料の存在を社会的に認知する手段となることが期待される。

本研究では、天文学研究資料情報を“天文学資料リポジトリ”として公開することを目指している。次章において、岡山天体物理観測所を事例として、具体的な資料の概要について述べる。

3. 岡山天体物理観測所における天文学研究資料調査の概要

ここからは、本研究の要点である天文学研究資料調査の一環として実施した、国立天文台岡山天体物理学観測所における資料整理について記す。同観測所は1960年に東京大学東京天文台の施設として発足し、現在は188 cm(74インチ)、91 cm、50 cm反射望遠鏡、65 cmクーデ型太陽望遠鏡が設置されている。中でも、発足当時に建設された口径188 cm反射望遠鏡は当時国内最大（世界7位）の口径を誇り、さまざまに測器を載せ替えながら、現在に至るまで光赤外の観測的天文学研究を推進してきた。

³ https://www.nii.ac.jp/irp/archive/system/irdb_harvest.html, IRDB ハーベストについて(2017年6月30日確認)

188 cm 鏡にはこれまで多様な測器が開発・搭載されている。天体の観測には主に撮像、分光、偏光、測光などの手法が用いられるが、これらの手法の発展に合わせ、同鏡には多種多様な検出器が開発・搭載されてきている。撮像観測を例にとると、現在は CCD を始めとした電子的手法が用いられるが、開所から 1980 年代までは写真乾板が用いられていた。また、天文学研究における重要な手法である分光観測に用いられる分光器は、1960 年代から 20 年にわたって用いられた Glass 分光器にはじまり、1999 年から現在まで用いられる高分散分光器 HIDES など、10 種を越える機器が搭載されてきた。観測対象の天体も変遷があり、初期には恒星の分光観測が広く行われていたが、現在は系外惑星へと広がりを見せている。同所は国内において現役で利用されている大学共同利用機関の中では有数の歴史を持っており、特に同一の測器を使いながら第一線級の成果を挙げ続けてきていることに特色がある。同所が所有する多様な資料のリポジトリ化は、2 章に示した天文学研究資料の保存・継承のみならず、国内における他の自然科学分野のリポジトリ化に際しても参考事例として重要になると考えられる。

同所には開所当時の観測機器、観測野帳、マニュアル類、写真乾板、図面などが所蔵されており、本研究ではこれらの天文学研究資料を対象に、調査と資料情報の作成を実施した。各資料の概要を表 1 に示す。さらに、図 2 から図 5 に各資料の外観を示す。

表 1：調査対象資料の概要

資料種別	点数	データ形式	内容
観測野帳	1 点 (107 ページ)	PDF	観測原簿 vol. 69 (1975 年)
機器マニュアル (望遠鏡・分光器)	3 点 (計 336 ページ)	PDF	74 インチ望遠鏡マニュアル他
図面 (望遠鏡・設備)	41 点	JPEG	望遠鏡本体・動設備・ドーム設計図面他
ガラス乾板	837 点	fits	岡山理科大加藤研究室
インタビュー	2 点	MOV	前原英夫氏、中桐正夫氏

観測ログを記載している観測野帳は、当時の観測対象、観測手法だけでなく、観測手順や戦略についても窺い知ることのできる貴重な一次資料である。観測野帳は望遠鏡ごとに存在し、そこには観測者の氏名、観測に使われた機器、観測対象の天体名、撮像の露出時間やその間の天候の状態などが記載されており、観測が行われた過程や環境を知る上で

貴重な資料である。本研究では、多数現存している観測野帳から事例として1点を抽出し、デジタル化を実施した。

機器マニュアルについては、188 cm 反射望遠鏡が岡山に導入された当時のものを含む3点について、デジタル化を実施した。前述したとおり、天文観測機器では、分光器などの一部を最新式に更新しつつ、長期間使用することがあるため、導入当時の機器に関するマニュアル資料を把握することには、大きな意味がある。観測野帳および機器マニュアルについては、冊子体のため接写台上でデジタル撮影を行い、PDF 形式で公開を行う。

また、図面資料については、建設当時およびその後の改築時に作成されたものについて、デジタル化を実施した。デジタル化に際しては、資料のサイズが大型かつ表記が細かいため大判カメラを用いて撮影し、JPEG 形式の画像データを生成した。

ガラス乾板については岡山理科大学の加藤研究室によってデジタル化したデータを提供していただいた。加藤研究室では、市販のスキャナー（EPSON GT-X980）を用いて岡山天体物理観測所のガラス乾板のデジタル化を行なっている。スキャン密度は 2400dpi, .fits 形式で画像データを保存している。

インタビューは、元岡山天体物理観測所所長の前原英夫氏と、元岡山天体物理観測所職員の中桐正夫氏について行なった。編集後、1 時間から 1 時間半程度のビデオ画像とした。

なお、岡山天体物理観測所は、2018 年度より組織改編が行われ、規模が縮小される。現在、同観測所で保管されている写真乾板や野帳、古い機器のマニュアル類は、三鷹へ移動し、保管する予定である。

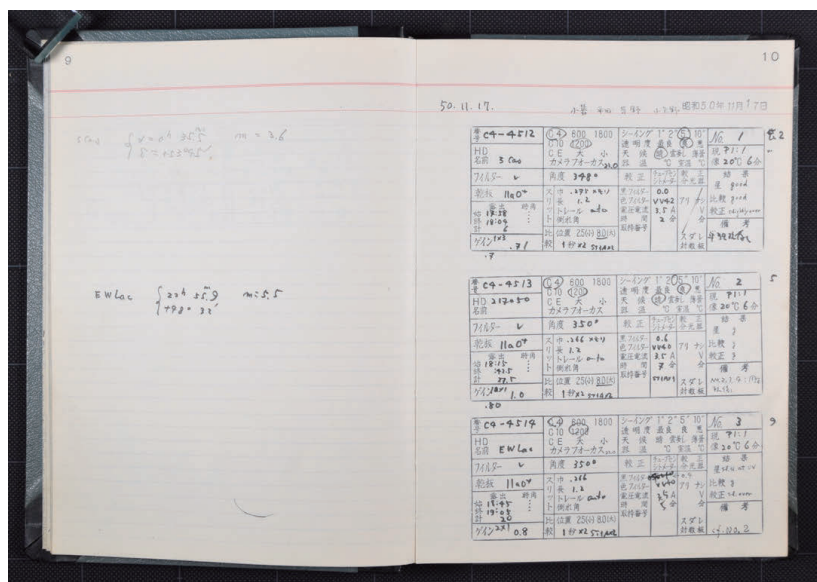


図 2：観測野帳資料の例（資料名：観測原簿 vol.69）

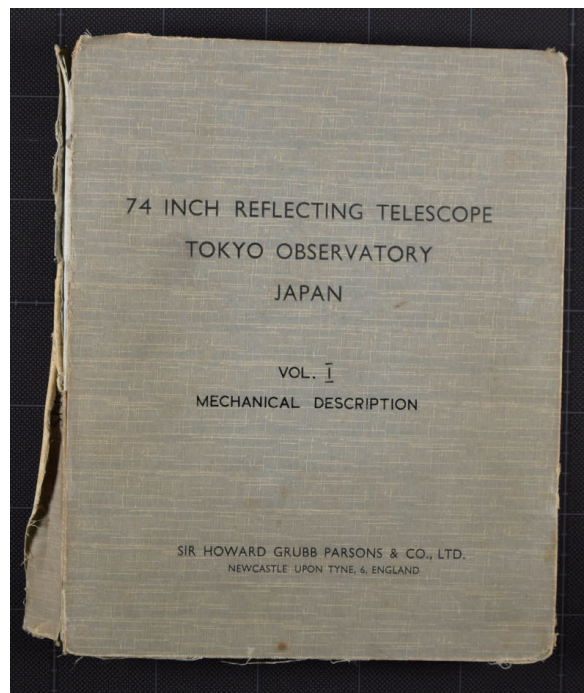


図 3 : 文書資料の例. 188cm 望遠鏡を製造したイギリスの企業によるマニュアル
(資料名 : 74INCH REFLECTING TELESCOPE TOKYO OBSERVATORY JAPAN
vol. I MECHANICAL DESCRIPTION)

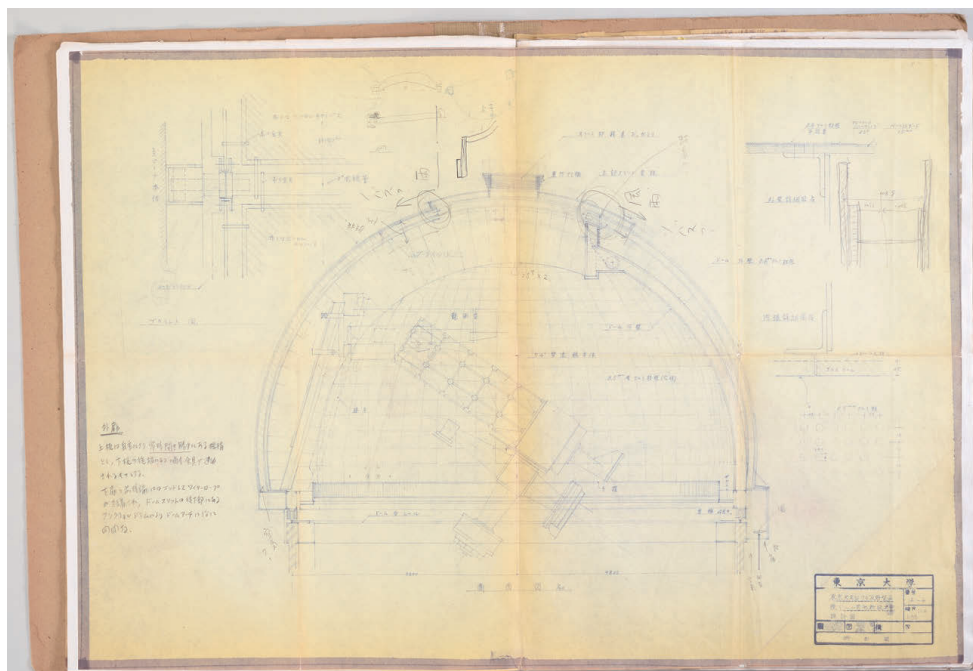


図 4 : 図面資料の例
(資料名 : 東京天文台 74"反射望遠鏡ドーム其他新設工事設計図 14-6 背面図)

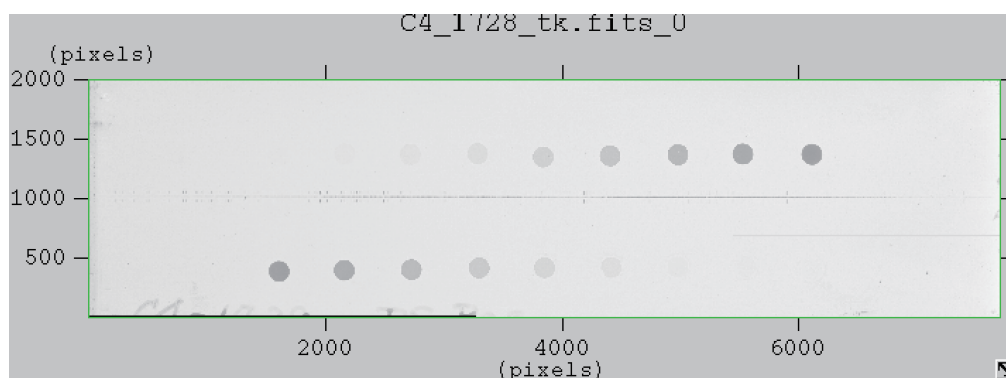


図 5：ガラス乾板資料の例（資料名：DS Peg. のスペクトル）

4. Dublin Core を用いた天文学研究資料へのメタデータ付与

本研究では天文学研究資料情報の記述のために、ネットワーク上の文献等の情報記述を目的に定義されたDublin Coreメタデータ（以下、DC）⁴へ対応させることを試みた。その理由は以下の3点である。

1. DCはネットワーク上のリソース記述のための汎用メタデータフォーマットとして設計されており、共通メタデータ形式として広く認知されている。また、IRDBが収集するメタデータ形式junii2(<https://www.nii.ac.jp/irp/archive/system/junii2.html>)はDCに準拠している。
2. 独自拡張語彙の定義など、非文献資料情報の特性を反映した拡張が可能である。
3. DCに対応した既存の文献資料リポジトリシステムの改修や将来的な文献資料リポジトリとの統合が期待できる。

表2に天文学研究資料に関する記述例の一部を示す。非文献資料メタデータのDCへの対応については、これまで複数の研究が行われており、博物資料などの非文献資料資料に対してDCの項目が満足に適合するかが問題である。本研究では、titleおよびdescriptionを中心として拡張語彙を定義し、特にdescriptionについては、非文献資料に含まれる意味的な情報を注記として記述し、性質が異なる資料の情報の差異を吸収させた。

⁴ <http://dublincore.org/documents/dces/>, Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description (2017年11月19日確認)

表 2：天文学研究資料に関するメタデータ記述例（一部）

DC	項目名	資料 1	資料 2	資料 3
title	タイトル	74INCH REFLECTING TELESCOPE TOKYO OBSERVATORY JAPAN vol. I MECHANICAL DESCRIPTION	観測原簿 vol. 69	動力配線系統図 74 インチドーム T88-601
title	タイトル	74 インチ望遠鏡マニ アル 1	野帳	
title.collection	統一資料名（大分 類）	国立天文台岡山天体物 理観測所資料	国立天文台岡山天 体物理観測所資料	国立天文台岡山天 体物理観測所資料
description.author	作成者	SIR HOWARD GRUBB PARSONS & CO., LTD. NEWCASTLE UPON TYNE, 6, ENGLAND	観測者：石田, 小 暮, 福田, 岩崎, 西村, 兼古, 寿岳, 山下, 高窪, 近藤, 磯部	株式会社スズキ麵 工
coverage.spatial	場所についての情 報	ENGLAND	日本	日本
coverage.temporal	時代についての情 報		観測年代：昭和 50 年 (1975 年) 11 月 16 日-昭和 50 年 (1975 年) 12 月 27 日	作成年：昭和 63 年 (1988 年) 6 月
subject	トピック	冊子	冊子	図面
description.source-format	形態	冊子 (バインダ)	冊子	一枚
language	言語	en	ja	ja
rights.rightsholder	所蔵	国立天文台岡山天体物 理観測所	国立天文台岡山天 体物理観測所	国立天文台岡山天 体物理観測所

5. まとめ

本稿では，天文学研究資料を対象にした調査および情報公開について，岡山天体物理観測所所蔵資料を事例とした取り組みの概要について述べた．多様な資料間の関係性を定

義・記述するための資料に対する固有識別子 DOI を付与や、公開のための資料画像のデジタル化およびメタデータの記述について実際の資料を対象に検証を行った。今後は、現在公開に向けて最終的な構築段階であるリポジトリの完成を目指す。完成したリポジトリは一般社団法人学術資源リポジトリ協議会の web サイト上 (<http://www.repon.org>) で公開する予定であるが、詳細については国立天文台と調整中である。さらに、岡山天体物理観測所以外の天文関連施設についても天文学研究資料に関する調査を行うとともに、オープンサイエンスを推進させるための天文学研究資料の活用などについても、より具体的な提案と検証を実施する予定である。

謝辞

本研究は、岡山天体物理観測所の戸田博之氏、柳澤顕史氏、岡山理科大学の加藤賢一氏、国立天文台の中桐正夫氏、元岡山天体物理観測所長の前原英夫氏の方々のご協力を受けて遂行されました。また、以下の研究の一部として実施されました。関係各位に感謝致します。 科研費基盤研究(B):24300310 科研費挑戦的萌芽研究:25560140 平成 28 年度国立情報学研究所共同研究「DOI 付与に基づいた横断的な博物資料情報共有モデルの検討」

参考文献

1. 川上修司ら, 宇宙科学資料データベースの開発, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 6 号, pp 89 - 98, 2017 DOI : 10.20637/JAXA-RR-16-007/0008
2. 高橋慶太郎ら, 川口市郎氏ロングインタビュー, 天文月報 110 巻 7 号, pp. 488-498, 2017
3. 堀井洋ら, 学術資源リポジトリ構築に向けた現状と課題 - 明治期以降の科学実験機器資料のリポジトリ化を事例として-, 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, Vol. 2012. No. 7 pp. 17-22, 2012
4. 堀井洋ら 博物資料情報に対する DOI 付与の意義と展望, 情報知識学会誌, Vol. 26 (2016) No. 2 p. 217-220