

将来に向けた光赤外天文観測データアーカイブの在り方への提言

2021年9月15日

要旨

我々、光学赤外線天文連絡会(以下、光赤天連)会員は、将来の日本の天文観測データを用いた科学的活動の推進のため、この光赤天連を含む天文学研究コミュニティのメンバーがデータアーカイブの重要性を共有し、協力して観測データの保全と公開および利活用を進めるため、同コミュニティメンバー及びその関係機関に対して、今後のデータアーカイブ運用の指針とするべく、本提言を行う。データアーカイブは、大規模・多波長・長期間のデータを集約することで、統計的研究、希少天体の探査、変動現象の調査などの重要な科学課題への応用が期待され、科学教育現場での利用価値もきわめて高い。また、世界的なオープンサイエンス化の潮流の中で、使いやすいデータアーカイブを整備し、天文観測データによる科学活動の促進、データ取得・解析過程の透明性の確保、その社会還元を進めることが、研究者としての道義上も学術政策においても求められている。データアーカイブ運用に関わるデータ利用者、データ提供者、データアーカイブ運用者の三者がこの目的の下に協力して、科学的価値のあるデータとその公開機能を集約したデータアーカイブを構築し安定的に運用することが望まれる。データアーカイブ運用に必要なサポートをコミュニティや機関から受けるために、三者が協力してコミュニティの将来計画に根差したデータアーカイブ運用計画を策定し、それに必要となる人的および設備のリソースを明らかにすることも重要である。また、データ整備やデータアーカイブ構築・運用に関わる機関や組織においては、データアーカイブ運用にかかる負荷やその天文学推進に対する貢献を正當に評価し、適切な体制や計算機リソースの確保をお願いしたい。さらに、その実現は各大学や個々の観測プロジェクトの努力のみでは困難であり、日本の天文学データ全体の長期的なアーカイブの推進では大学共同利用機関が中心的な役割を果たすべきである。特に地上光学赤外線データの運用にあたっては、国立天文台が他の研究機関と協力して観測データを集約し、将来の国内外の観測プロジェクトと連動することで、観測データの保全と利活用を進める共同研究の拠点として恒久的に機能することを期待する。

将来に向けた光赤外天文観測データアーカイブの在り方への提言

2021年9月15日

提言の主旨

2020年代さらにその将来に向けた日本の天文観測データの安定的な保全および有効利用を目指し、天文観測データの中でも主に地上望遠鏡による光赤外天文観測分野の科学データアーカイブ運用の在り方について、光学赤外線天文連絡会（以下、光赤天連）より光赤天連を含む天文学研究コミュニティのメンバー及びその関係機関に対して提言を行う。本提言書は、有志によるワーキンググループでの議論に端を発し、データ利用者、データ提供者、データアーカイブ運用者の議論の結果としてまとめられた。光赤天連会員はこの提言を今後のデータアーカイブ運用の指針とする。

観測天文学においてデータの保全と利活用は研究推進のために不可欠な要件であり、その基盤となるデータアーカイブの重要性は研究者や教育者を含む天文コミュニティにおいて多くの人間が認識するところである。幅広い用途でのデータ利活用の促進や科学成果の検証のためにも、観測データは可能な限りアーカイブされ公開されるべきである。宇宙現象は一回限りのものや長期間継続するものなど多岐に亘り、それらの記録である天文データの価値は短期的に決まるものではない。データを長期にわたり集約・保全し利活用することは、科学的活動にとって非常に有益で天文学コミュニティ全体として推進すべきことであり、結果として個人の天文学研究の推進にもつながることに留意したい。天文学コミュニティに属する各々が、公的資金を得て研究に携わる以上、個々のプロジェクトの短期的な成果の追求に閉じることなく観測データを科学戦略的にも文化的にも重要な資産として捉え、人類の長期的利益に沿った活動を行うという考え方を持つことが重要である。

近年の観測技術の進歩によるデータ量の増大、国際共同研究の中で高まるデータの信頼性や戦略的利用への要求を受け、データアーカイブの利用価値を今まで以上に高めていく努力が求められる。これまで、日本の光赤外観測分野のデータアーカイブは、大学共同利用機関等の比較的少人数のチームにより支えられてきた側面がある。昨今の大学等諸研究機関の運用経費削減の影響から、人員、予算ともに不足し運用の負担が増大したため、機能の改善や人員の育成はおろか現状レベルのデータアーカイブ運用の維持も困難な状況にある。これは、組織や天文学コミュニティからデータアーカイブの重要性自体は認識されているものの、実際のデータアーカイブ運用に対する理解や評価、また協力が十分に得られていないことの現れであると考えられる。一方で、その原因の一つは、天文学コミュニティの将来計画に根差したデータアーカイブ運用計画やそのために必要なリソースの認識が関係各所で共有されておらず、どのようにデータを管理・運用すべきかを観測プロジェクトの計画の一部として議論できていないことにあると考えられる。行政の予算措置の変化が進む中で、データアーカイブが今後目指す方向を今一度確認し、その運用方法や体制の改善・効率化を図る必要があることも事実である。

この困難な局面を打開し、データ取得から公開までの運用をより効果的かつ安定的に行い、大小さまざまな観測プロジェクトの中でデータを最大限に利活用していくためには、天文学コミュニティ全体でデータアーカイブの目標を共有し、その実現に向かって協力する必要がある。データアーカイブ運用に関わる各々が、データの内容や価値、作業の負担等を総合的に考慮してアーカイブの方針を定めた上で、各々が連携して互いの負担を抑えつつ責任をもって役割を果たすことで、はじめてデータアーカイブから大きな利益を得ることが出来る。

理想的なデータアーカイブ運用の実現にむけて、本提言書は、データアーカイブの科学研究に対する意義と、その運用方針について述べる。データアーカイブ運用に関わる光赤天連を含む天文学研究コミュニティ全体が同じ目標のもと協力することで、真に信頼性と有用性を兼ね備えたデータアーカイブが恒久的に維持され将来の天文学研究に貢献していくことを強く望む。

1. 本提言書で用いる言葉の定義

本提言書では、広い意味で科学的な価値（科学研究に加えて教育・科学啓蒙等の社会活動に対する価値を含む）を持つ観測データアーカイブの運用に対して記述する。個別のデータの具体的な定義や取り扱い方法は各機関のデータ運用ポリシーや、本提言書 5 章で説明するアーカイブ運用手順書で定めることとする。本提言書で、観測データおよびデータアーカイブとは以下のことを指す。

1) 観測データ

- 望遠鏡・観測装置で取得された状態のデータ（生データと呼ぶ）
- 生データに適切な処理・校正を施し、科学的解析に利用できるようにした処理済みデータ（画像、スペクトルなどの数値テーブルなど）。また、そこから科学的な情報を抽出した物（天体カタログなど）
- データの内容を説明する情報、観測時のログおよび環境情報、品質情報、解析処理などのデータ利用に必要なまたは有用な付随情報（これらを併せてメタデータと呼ぶ）

2) データアーカイブ

観測データを保管し、それらのデータを利用できる形式で公開する仕組みおよびそのようなサービスのことを指す。本提言で扱うデータアーカイブには、主に観測装置から得られる生データを保管し提供するもの、処理済みデータやそれらを利活用するためのツールの提供を組み合わせた科学利用に重心をおくものの双方を含む。

また、データアーカイブの構築・運用に関わる関係者を以下のように定義する。

1) データ利用者

- アーカイブデータを利用して科学研究ないし教育的利活用を行う人々（その活動に関わる学生や技術者、データを利用する立場の観測所・装置開発チームや個々の観測プログラムの PI を含む）

2) データ提供者

- 観測データまたは処理済みデータを生成し、それらをデータアーカイブに供給する判断を行う権限と責任を持つ人
- （データ供給者としての）観測所や諸大学・研究機関の装置開発・観測・データ処理グループ、（生データまたは処理済みデータの公開に権限と責任を持つ立場の）個々の観測プログラムの PI 等が相当する

3) データアーカイブ運用者

- データ提供者からアーカイブすべきデータを受け取り、保管・公開作業を行う人
- （データ公開者としての）観測所・装置グループ・各機関のデータアーカイブの運用担当者が相当する

2. 我々はなぜデータアーカイブを運用すべきなのか？

データアーカイブは、科学的価値のある観測データ資産を永続的に保管し、かつ将来に渡りそれらデータの有効な利用、特に再利用に資することで、科学研究を促進することを目的としている。データアーカイブの構築と運用の意義は、研究コミュニティに対する科学的成果創出等の直接の利点の他、社会的要請にも基づいている。

2-1. データアーカイブの役割と研究コミュニティに対する利点

天文学におけるデータアーカイブの役割には次のようなものがある。

- 1) ある瞬間の宇宙の姿の記録であり再現できない貴重なデータを保全・保管し、それらを利用可能な状態で公開すること
- 2) 将来の新たな手法によるデータ解析や新旧のデータを組み合わせることによって、現在は未知の事象の発見を可能とすること
- 3) 科学的な研究成果の検証を可能とすること（再現性、エビデンスの確保）
- 4) 観測データを利用したサイエンス、教育/普及、そのほか科学啓蒙等の社会活動を促進すること

これらの役割を持つデータアーカイブを運用することで、研究コミュニティはデータアーカイブ運用に関わるそれぞれの役割に応じて以下のような恩恵を得ることができる。

a) データ利用者

- 幅広い期間や複数の観測機器から集約され品質管理されたデータと利便性の高い検索機能等の恩恵を受け、科学活動を効率的、発展的に行うことができる

b) データ提供者

- 観測者に対し、取得データによる重要な科学成果の、第三者による検証に必要な情報を保全し公開する場所と手段を提供できる
- データが整備され検索可能な状態で再利用に付されることで、データ取得時に想定された以上の分野や目的でデータが利活用され、データの価値や成果の向上が望める
- データ取得時の環境情報や一度行った品質確認結果などの2次情報を散逸させず、効率的に管理できる
- データ管理にかかる負担を軽減し、観測機器の機能・性能向上や科学成果の導出に専念できる

c) データアーカイブ運用者

1. データ提供者から品質管理されたデータが提供され、データ整備や品質保証にかかる負担が軽減されることで、以下のような課題に注力し、より有用なデータアーカイブを実現できる。
 - 長期のデータ保全を安定的に行う
 - データ公開作業を速やかに行うことで適時の科学成果の導出を促進する
 - データ利用価値やアーカイブ機能を向上し、長期的な様々な形でのデータ利活用を促進する
2. データアーカイブを利用して得られた科学的成果は、そのデータアーカイブ自身の成果にもなる。データアーカイブが利用されることにより、リソースの増大と機能向上の機会が得られる。

2-2. データアーカイブに対する社会的要請

近年、科学研究活動の促進・社会還元・結果の公平性などの観点から学術情報のオープン化の社会的要請が高まっている。それに応じて、科学研究コミュニティでの自発的な議論や学術政策においても、研究成果に加えてその根拠となるデータ・情報の公開、再利用の機会の確保が広く明示的に求められるようになってきた。天文学コミュニティにはその研究活動の一環として自律的にデータアーカイブを構築し再利用を促す土壌があり、他分野と比べてデータ公開に対する理解が進んでいると言える。実際、研究成果が重要であるほど、そのデータの公開は、第三者による検証・研究活動上の不正防止・研究倫理を担保するためにも必要不可欠である。以下はそのような情勢についての実例である。

- 1) 世界的に科学研究活動の透明性の確保（オープンデータ・オープンサイエンス化）に対する要請が強まり、日本の学術政策でも同様の対応が求められている。
 - 日本学術会議の検討委員会による提言：データ駆動型の科学発展を目指しデータ共

有の促進・オープンサイエンス推進を求める提言を行い、その中で天文データは共有が進んでいる旨が引用されている。

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t291-1.pdf>

- 文部科学省 科学技術・学術審議会 総合政策特別委員会の資料: 第三者による検証, 不正防止, 研究倫理の担保のためにデータの公開は重要との議論が行われ, その実例として天文データの共有事例が引用されている。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu22/siryu/_icsFiles/afieldfile/2016/12/08/1380241_04.pdf

- 文部科学省 統合イノベーション戦略推進会議 情報委員会の資料: 研究現場や周辺環境のデジタル・トランスフォーメーション(DX)が進む中で, 公的資金による研究データをどのように保全し利活用に資するべきか, 研究公正の確保, 体制, 人材育成, 国際連携の観点などを含めて提言している。

https://www.mext.go.jp/content/20210608-mxt_jyohoka01-000015787_06.pdf

- 主要な査読雑誌や外部資金がデータの開示を要求または推奨する, あるいは対応状況の報告を求めるなどしている。

Nature: <https://www.nature.com/sdata/policies/data-policies>

AAS: <https://journals.aas.org/data-guide/>

JST: https://www.jst.go.jp/pr/intro/openscience/guideline_openscience.pdf

2) 大学共同利用機関にはデータ集約・管理の役割が求められている

- 文部科学省 科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会の答申: 大学共同利用機関が, 個々の大学では整備できない大規模な施設・設備や大量のデータ・貴重な資料等を, 全国の大学の研究者に提供する国内の学術研究の中核的拠点として機能することを求めている。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/010/toushin/_icsFiles/afieldfile/2019/01/15/1412585.pdf

3) 欧米のデータアーカイブ拠点は, 論文の生産数等の数値的な実績に基づき, 関連コミュニティからその存在価値に対する評価を得ることによって, 大型プロジェクトの環境としてデータアーカイブの構築運用経費が予算措置される方向にある。

- 米国 NASA のデータアーカイブ群に対する定期評価:

https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/atoms/files/NASA-AAPR2020_Public_Report-Final.pdf

- カナダの National Research Council Canada/Herzberg Astronomy and Astrophysics(CADC などを含む)に対する評価:

<https://nrc.canada.ca/en/corporate/planning-reporting/evaluation-nrc-herzberg-astronomy-astrophysics-haa-portfolio>

- IPAC IRSA, CADM, ESAC, ESO に対するプライベートアンケート結果: 補遺に添付
- 4) 米国では diversity, equity, and inclusion (DEI)の観点からも比較的規模の小さい研究機関に属する研究者の研究機会不均等の是正が進められ、データアーカイブはそのような研究基盤整備の一環としても捉えられている。日本でも類似の配慮が進んでいる。
 - <https://www.nsf.gov/pubs/2020/nsf20569/nsf20569.htm>
- 5) 過去に取得された天文観測データが喪失することや利用不可能な状態になることを避けるため、デジタル化など適切な手段でアーカイブされるべきであることが、IAU でも決議されている：IAU Resolution B3 (The XXXth General Assembly, 2018)
 - https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2018_ResolB3_English.pdf

3. 天文データアーカイブから生まれた研究成果

天文データアーカイブがこれまでに果たした重要な役割と今後成果が期待される役割・研究分野には、以下のようなものがある。（ワーキンググループでの議論と光赤天連会員へのアンケートによる。）

3-1. データアーカイブが重要な役割を果たしたと考えられる主な研究実績

- 1) 希少な天体の探索（重力レンズ効果を受けた QSO, HyLIRG/ELIRG などの高光度赤外線銀河）
- 2) 統計的な研究（銀河のサイズ進化, 光度関数, 相関関数の導出）
- 3) 多波長データの補完（分子吸収線系の物理状態の推定）
- 4) 突発天体事象の光学同定（超新星親星と質量放出, 重力波源, 矮新星, QSO の研究）
- 5) データ再解析による既存研究の検証と修正
- 6) 天文・科学教育利用（「地学教育」2007-2018 年に発表の天文教育研究論文 33 編のうち 10 編がデータアーカイブを利用している）

3-2. データアーカイブによる成果が期待される役割と分野

- 1) 研究着手の高速化
- 2) 多波長の追観測・補足データ取得の代替手段としての役割
- 3) 長期にわたる時系列情報の利用
- 4) 突発天体事象の同定（超新星爆発以前の親星の同定, 重力波・ニュートリノ等マルチメッセンジャー天文学）
- 5) 観測の専門家でなくても容易に観測データを利用できること
- 6) 希少な天体の探査
- 7) 新しい解析手法の適用（機械学習と反復学習による天体分類, 画像の decomposition に

よる高解像度化と銀河サイズ・形状の研究など)

8) 天文・科学教育のレベルの維持

4. 有用な天文データアーカイブに対する要求項目

観測データによる科学的成果を最大限に促進し、かつ観測データの品質や科学的な結果の信頼性を高めるためには、以下のような点に留意してデータアーカイブが構築運用されることが望ましい。

- 1) データが永続的に保存され、安定かつ継続的に公開されること
- 2) データは可能な限りすべて公開されること
 - データ提供者は、本提言の主旨を理解し、可能な限りデータの公開に努めること
 - 関連するコミュニティは、データ提供者及びコミュニティ内の協議に応じて、汎用性・有用性が高いデータの公開をサポートすること
 - 特に生データの公開は研究の透明性・信頼性・発展性を確保する上で重要であり、プロジェクトの性質を問わず重視されること
 - 生データに加えて、研究上の権利などを勘案した上で可能な範囲で処理済みデータ（1次処理済以降）が公開されること
 - 研究成果の再現や確認のために必要なデータ・情報が含まれること
- 3) 必要なデータが、そのさまざまな属性(観測時刻, 観測座標, 観測装置, 観測波長, その他データ・観測に関する情報)で検索可能であること
- 4) 公開されるデータは利用可能な状態であること
 - 科学利用のための解析が可能なデータであること
 - 解析するために必要な情報が取得できること
(解析方法のドキュメント, 可能であれば解析するためのソフトウェア, 解析に必要となるメタデータ, 較正用データ, ヘルプデスク等のユーザーサポート)
 - 観測時の情報(観測時間, 観測座標, 観測条件・環境情報, 観測ログ, 望遠鏡や装置固有の情報, 品質情報, その他データの特性を知るために必要となるメタデータ)が取得できること
- 5) 生データおよび処理済みデータの出処や処理の履歴が分かること(トレーサビリティの確保)
 - 取得時の望遠鏡・装置の状態, データ取得ソフトウェアのバージョンと設定が分かること
 - 処理を行ったソフトウェアのバージョンと設定が分かること

5. よりよい天文データアーカイブの構築と運用へ向けて

この章では、前章で述べた要件を実現するために有効と思われるデータアーカイブの構築・運用方法について、データアーカイブに関わる三者の役割を中心に提案する。

5-1. アーカイブ構築の判断と運用手順書の策定

データをアーカイブする際には、アーカイブ運用手順書を策定することが望まれる。その際の手順および留意すべき点を述べる。新規観測・装置開発プロジェクトの立案においては、データの保全や公開をどのように行うかの検討を観測装置設計段階から行い、必要となるリソースの確保や以下に述べるアーカイブ運用手順書の策定を計画に含めることが望ましい。ただし、運用手順書作成の目的は、作業方針・内容の関係者間での確認・合意と記録であり、4章までに述べたデータ公開の趣旨を踏まえた上で、プロジェクトの性質やデータ規模等に応じて柔軟に対応すべきである。たとえば、公募型研究資金による比較的小規模な研究や、観測所・装置チームに属さない比較的小規模なPI型観測プロジェクトのデータ公開、一度限りの観測による小規模なデータのアーカイブ等については、研究上保護すべき情報、公開に適したデータかどうかの判断、公開にかかる負担などを総合的に考慮して、予め作成した運用手順書のテンプレートを適用するなどの対応を取ることも可能であろう。

- 1) 新たなデータをアーカイブする要求が生じた際（新規装置の開発、過去のデータのアーカイブ化等）には、データ提供者とデータアーカイブ運用者は協議してアーカイブするデータの内容（満たすべきフォーマット、品質）、データ提供方法、両者の役割分担と必要となるリソース、作業インターフェース等を合意決定し、アーカイブ運用手順書として記述する。ただし、データをアーカイブするかどうかの最終判断は、データアーカイブを運用する機関のアドバイザリーボード等により行われる事になる。
- 2) アーカイブ運用手順書の策定に際しては、データ提供者とデータアーカイブ運用者は潜在的なデータ利用者を含むコミュニティの意見を取り入れ、観測データをどのように管理し公開するのか、技術面を考慮するとともに、可能であればプロジェクト終了後のデータの取り扱いも見据えて十分に協議して決めることが望ましい。
- 3) データ提供者が主導して、データの価値およびコミュニティの意見を考慮し、データアーカイブ運用者との協議およびデータ運用ポリシーを踏まえて、アーカイブすべきデータの種類とその状態、すべてのデータをアーカイブすることが現実的ではない場合にその優先順位、提供方法、提供時期、および提供期間を決定する。アーカイブするデータの状態については4章に従う。ただし、その整備により公開が大きく遅れる場合は、ベストエフォートで行う。
- 4) データ提供者とアーカイブ運用者は定期的に会合を持ち、アーカイブ活動が適切に行われているか、またデータ利用者の需要から逸脱していないかを確認する。会合の頻度や行い方は関係者間の情報共有が進むように工夫をする。

5-2. データアーカイブ構築・運用・利用における、各役割に期待されること

データ利用者、データ提供者、データアーカイブ運用者に期待される役割には、次のようなものがある。データ提供者、データアーカイブ運用者の役割については、上記アーカイブ運用手順書に明記することが望ましい。

(1) データ利用者の役割

- 1) 観測データを積極的に利用して科学活動を進め成果を挙げる
- 2) 委員会やデータアーカイブのユースーズミーティング等を通して公開データの決定や公開方法への意見を入力する
- 3) データアーカイブ運用に必要となる情報（観測を実施する時には観測ログや校正データ取得への協力なども含む）、また、アーカイブデータの利用を通して得られたデータ品質やアーカイブ機能への希望などについての情報をデータ提供者およびアーカイブ運用者へ提供（フィードバック）し、データアーカイブの利用価値向上に協力する

(2) データ提供者の役割

- 1) 提供データの種類、優先順位、提供方法、公開すべき時期と期間を決定する。新規開発の装置など大規模なデータアーカイブの場合には、コミュニティとの議論を行った上で判断を下すことが望まれる。
- 2) 提供するデータを作成する(具体的な手順はアーカイブ運用手順書に記述する)
 - データアーカイブ運用者に提供するデータの準備
 - 新規のデータ取得・生成、過去のデータ（乾板・磁気テープ等を含む）の発掘整備、必要なメタデータの付与などを行う
 - データの内容の検証と整備
 - データが「アーカイブ運用手順書」に定義されたフォーマットを満たし利用可能であることの確認を行う
 - アーカイブするデータのヘッダ、時間・座標・観測条件を含むメタデータの検証と整備を行う
 - 品質確認
 - データが「アーカイブ運用手順書」に定義された品質を保持していることの確認を行う
 - データ解析の実施、データ解析ツール・解析／校正方法の提供
 - データ解析や校正に必要な情報の整備を行う
- 3) データアーカイブ運用者へデータ（生データまたは処理済みデータ）を提供する
- 4) アーカイブ運用者と協力して継続的にデータ品質の向上に努力する
- 5) アーカイブ後のデータにアーカイブに適さない不備が見つかった場合は修正を行う

6) 以上は大型プロジェクトや観測所・装置プロジェクトでは実施を推奨するが、データ規模、プロジェクト規模に応じて柔軟に実装可能な手続きを策定する

(3) データアーカイブ運用者の役割

1) データ提供者との協議により、アーカイブ運用手順書を策定する

2) データの受け取りと検収

- データ提供者からデータを受け取り、データフォーマットや内容が「アーカイブ運用手順書」に従っており、アーカイブ可能な状態であることを確認し、必要に応じてデータ提供者へ修正を依頼する

3) データの保管と公開

- 上で述べたデータアーカイブの要件とアーカイブ運用手順書に従い、データを保管し公開する

4) データ利活用のための情報・機能・利用価値の付加

- 上で述べたデータアーカイブの要件やデータ提供者との協議を指針として、継続的に、公開データの品質・利便性の向上やデータ利活用のためのサービスの充実（データ検索・取得機能、表示機能、解析機能等の科学研究のサポート機能を含む）に努め、公開データに科学的・教育的・社会的価値を付加する作業を行う
- 公開データの内容やアーカイブ機能に対するユーザーの希望を適宜受け付け運用方法に反映する機会（ヘルプデスク、ユーザーズミーティング等）を持つ

6. 日本の天文データアーカイブの将来へ向けた提案

以上のように、日本の地上光赤外分野の観測データアーカイブを整備・維持し、観測データの安定的な保全および有効利用を進めるために、光赤天連は、天文学研究コミュニティ全体が次のようなことに留意しつつ、有用なデータアーカイブ運用の実装方法について具体的に検討することを提案する。

1) 光赤外線コミュニティのメンバーは、観測データの保全と利活用を進めることで科学推進に資することを目的に、大学・研究機関等と共同利用機関が双方向に協力してデータアーカイブ運用を行うことの重要性を理解する。

2) 大学・研究機関等の個々の観測プロジェクトは、積極的なデータ公開が装置開発や観測実施による科学的成果を増大し、観測データの価値や信頼性を高めることの重要性を認識する。また、短期的な特定の成果獲得のためのデータ利用に閉じることなく、長期的な天文学研究への貢献、及び社会的還元の見点から、新旧のデータを含めて積極的にデータアーカイブ運用へ貢献・協力する。

3) データアーカイブの有用性は、提供されるデータの品質および信頼性と、データ検索

やダウンロード等のデータ利用支援機能の両者が揃って初めて最大化される。データ提供者においては、生データの整備に加えて、より科学的利活用に直結する処理済みデータの公開も望まれる。ただしその品質は、適切な解析・較正処理を行うことの重要性はもちろんのこと、生データアーカイブの完全性と品質に根差して初めて検証可能で信頼できるものとなることに留意する。データアーカイブ運用者においては、データ提供方法や価値付加の工夫を行いデータの再利用を促進することで、データ利用者から公開データの品質向上に役立つ情報のフィードバックを積極的に取り入れデータ提供者と共有すべきである。課題によっては、データ提供者と協力してデータや較正情報の取得方法など装置・観測に立ち返った改善も含めて取り組むことが必要である。また、そのようなデータアーカイブ運用を前提とし、データ利用者も含めてデータの品質確保に必要な観測ログなどの情報取得を協力して継続的に行うことが望まれる。

- 4) 天文コミュニティで共有する需要・目標に即してデータアーカイブ運用が進められることが理想的である。データアーカイブを構築・運用しようとするチーム・組織は、天文学コミュニティとの協議を通し、必要な人的・計算機・設備リソースなどを含めて天文学コミュニティの将来計画に根差したデータアーカイブ運用計画を策定する。
- 5) 大学共同利用機関であり日本の地上光赤外線天文学コミュニティおよびその共同研究推進の中核となる国立天文台は、宇宙科学研究所等の機関や国内外の将来観測計画と連携することで、継続性をもって日本全体の天文観測データを集約し、それらデータを用いた日本の共同研究推進の拠点となることが期待される。また、大学等観測研究プロジェクトのデータアーカイブ活動を支援し、現行、新規、および過去に取得された価値のある天文観測データの収集とアーカイブを推進することが期待される(上述2-2 5)への対応なども含む)。またそのための十分な人員体制と計算機リソースを確保し、人材の教育・育成を継続して行っていくことが望まれる。
- 6) 国内の天文データアーカイブ活動を俯瞰し、その方向性を定め、適切な助言を行うアドバイザーボードを国立天文台に継続的に設置することを強く望む。このボードには、データ提供者、アーカイブ運用者、およびデータ利用者それぞれの立場を理解する有識者が参加すべきである。このボードでは、現行のデータアーカイブ運用とデータ利用者の橋渡しをするとともに、大規模化していくデータに対する科学的な優先順位付けなどを含め、日本全体のデータアーカイブ運用の指針が議論されることが期待される。
- 7) 日本全体のデータアーカイブ運用体制の維持と発展のためには、データアーカイブ運用に関わる組織の執行部やコミュニティ全体から、天文学推進におけるデータアーカイブの重要性が認識されることが重要である。同時に、データ提供者およびデータアーカイブ運用者両者の、データ運用にかかる負荷やその天文学推進への貢献が正当に評価され、予算面でのサポートも含め関係者がデータアーカイブ運用を継続し人材を育成するためのインセンティブにつながるようにすることが重要である。

- 8) 基礎科学研究にあてられる予算が逼迫する状況下では、上で述べたようなデータアーカイブ運用体制の改善を進めると同時に、観測データアーカイブの価値に対して天文学コミュニティにとどまらず社会全体のサポートを得ることが重要である。そのためにも、天文学コミュニティ全体でデータアーカイブ運用の長期の方向性を共有し、オープンデータ・オープンサイエンス化への対応を進めるとともに、アーカイブデータを活用した科学的成果の社会還元に向けて積極的に情報を発信していく。

我々は、以上のような観点で日本の天文観測データアーカイブ運用のあり方が継続的に議論され、データアーカイブが維持・改善されることで、科学研究活動の推進につながっていくことを確信する。