

# JAIRO Cloud とコミュニティ —コミュニティ主導のクラウドサービスの実現—

林 正治<sup>1,a)</sup> 林 豊<sup>1,b)</sup> 新妻 聡<sup>1,c)</sup> 山地 一禎<sup>1,d)</sup>

受付日 2020年8月25日, 再受付日 2020年11月9日,

採録日 2020年12月21日

**概要:** 国立情報学研究所では, 2012年から機関リポジトリのクラウドサービスである JAIRO Cloud の運用を開始している. 2020年7月末での利用機関数は625であり, 世界でも類をみない機関リポジトリのクラウドサービスに成長した. この成長を支えたのは, Web UI 経由でのカスタマイズが比較的自由にできる汎用リポジトリソフトウェア WEKO, WEKO をベースに開発された JAIRO Cloud, そして JAIRO Cloud 利用機関を含む機関リポジトリ利用機関から構成されるコミュニティ主導の成長戦略があったからである. 本稿では, JAIRO Cloud の安定的な運用や利用機関の獲得の過程において, どのような問題設定をし, それをどのように解決してきたのかの取り組みについて紹介する.

**キーワード:** 機関リポジトリ, クラウドサービス, コミュニティ構築, JAIRO Cloud

## JAIRO Cloud with Community - Enabling a Community-Driven Cloud Service -

MASAHARU HAYASHI<sup>1,a)</sup> YUTAKA HAYASHI<sup>1,b)</sup> AKIRA NIITSUMA<sup>1,c)</sup> KAZUTSUNA YAMAJI<sup>1,d)</sup>

Received: August 25, 2020, Revised: November 9, 2020,

Accepted: December 21, 2020

**Abstract:** National Institute of Informatics (NII) has been operating JAIRO Cloud, a cloud service for institutional repositories, since 2012. JAIRO Cloud has grown to become the cloud service for institutional repositories unlike any other globally, with 625 users at the end of July 2020. Two factors supported this growth. 1) JAIRO Cloud is developed based on WEKO, a home-grown general-purpose repository software that provides customize functionality via the Web UI. 2) JAIRO Cloud is designed and operated cooperate with a repository user community, including JAIRO Cloud users. In this paper, we introduce our efforts to set up and solve the problems in the development and operation of JAIRO Cloud and user community.

**Keywords:** institutional repository, cloud service, community building, JAIRO cloud

### 1. はじめに

近年, 国際的に注目が高まっているオープンサイエンスでは, 研究成果を広く一般に公開し再利用を促進することで, 共同研究やイノベーションの創出につながることを期待されている [1]. 論文のオープンアクセス化は, オープ

ンサイエンスの中でも主要な課題に位置づけられている [2]. オープンアクセスを推進するためのサービスとして, 機関リポジトリと呼ばれるものがある [3]. 機関リポジトリのための汎用的なシステムの開発は, 2000年頃に欧米の大学図書館を中心に始められた. 代表的なソフトウェアとしては, 米国のマサチューセッツ工科大学で開発が始まった DSpace [4] と, 英国のサウサンプトン大学が開発する EPrints [5] がある. これらのソフトウェアはオープンソースとして公開されたため, 世界的に利用者が広まっていった [6].

我が国では, 2005年に始まった国立大学を中心とした機関リポジトリの実装実験プロジェクトをきっかけに, 機

<sup>1</sup> 国立情報学研究所  
National Institute of Informatics, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8430,  
Japan

a) mhaya@nii.ac.jp

b) hayashiyutaka@nii.ac.jp

c) niitsuma@nii.ac.jp

d) yamaji@nii.ac.jp

表1 日本の機関リポジトリ小史

Table 1 Brief history of institutional repositories in Japan.

年度	イベント
2004	学術機関リポジトリ構築ソフトウェア実装実験プロジェクト(IRP)開始. 我が国の初の機関リポジトリ構築が行われる.
2005	第一期 CSI 委託事業. 機関リポジトリ構築支援事業が開始される.
2006	デジタルリポジトリ連合(DRF)発足. 利用者コミュニティが形成される.
2008	汎用リポジトリソフトウェア WEKO1.0 リリース
2008	第二期 CSI 委託事業
2009	IRDB・JAIRO 運用開始
2010	第三期 CSI 委託事業
2012	JAIRO Cloud 正式運用開始. WEKO を利用した機関リポジトリクラウドサービスが開始される.
2013	改正学位規則施行. 機関リポジトリ経由の博士論文収集が始まる.
2013	機関リポジトリ推進委員会発足
2016	オープンアクセスリポジトリ推進協会(JPCOAR)発足. JAIRO Cloud はコミュニティ主導の JPCOAR 会員向けのサービスとなる.

機関リポジトリの普及が始まった [7]. プロジェクトでは DSpace や EPrints を利用した機関リポジトリの構築が進められた [7]. 単に既存の機能を使うだけでなく, 大学業務の中で効率的にサービスを運用するための機能拡張も積極的に行われた [8], [9], [10], [11]. 同時に, サービスの運用に関する情報を共有するための大学間コミュニティも形成されていった [12]. これにより, 機関リポジトリの構築の障壁は比較的軽減され, 2010 年 5 月の時点で, 国内の機関リポジトリ数は 200 に達した. しかしながら, 機関リポジトリの普及が進むにつれて, 持続的な運用にかかわる課題が明らかになってきた. ソフトウェアのメンテナンス費用の捻出が難しく, メジャーバージョンアップができないという課題は, その典型例である [10]. 特に, 機能拡張を行っている場合は, バージョンアップのたびに修正が必要となり, 更に対応を難しくしていた [13].

こうした状況が続く中, 2013 年に改正された学位規則では, 博士論文をオープンアクセス化することが義務化された [14]. その手段としては, 機関リポジトリを利用することが原則とされたことから, 機関リポジトリの更なる普及が必要となった. 規則改正の議論が進められていた 2012 年の段階で, 152 校が新たに機関リポジトリを構築する必要性が生じていた. 比較的大規模な大学でも課題を抱える中, 小規模な私立大学が独自に機関リポジトリを導入して運用していくことは, 困難であることが予想された. 国内におけるオープンアクセス活動に全国の機関が積極的に関与していくために, 安定かつ持続的な機関リポジトリサービスの確立が喫緊の課題となっていた.

以上のような背景のもと, 国立情報学研究所 (NII) では, 2012 年から機関リポジトリのクラウドサービスである JAIRO Cloud の運用を開始した [15]. サービス開始後の 2012 年 4 月末の利用機関数は 16 であったが, 2020 年 7

月末時点の利用機関数は 625 であり, 世界でも類をみない機関リポジトリサービスに成長した. 現状の JAIRO Cloud は学術論文, 紀要論文, 博士論文を中心とした文献リポジトリとして活用されている. 本稿では, JAIRO Cloud に至る歴史 (表 1) を振り返りながら, JAIRO Cloud の提供において, どのような問題設定をし, それをどのように解決してきたか, その取り組みについて紹介する.

## 2. 汎用リポジトリソフトウェアの開発

JAIRO Cloud を提供する以前は, 国内の機関リポジトリの多くが, 海外で開発されたオープンソースソフトウェアを利用して構築されていた. 一部の先進的な大学では, NII の委託を受けて, ソフトウェアの拡張開発が進められていた [16], [17], [18]. 開発は, 一般的に開発業者に委託して進められていた [13]. 基盤として利用していた DSpace や EPrints は, オープンソースコミュニティ主導の開発体制が整えられていたが [5], [19], そのことの接点は希薄であった. 図書館員や開発業者が国際的な開発コミュニティに積極的に参加することはなく, 国内での開発成果がオリジナルのソースコードに還元されることはほとんどなかった. そのため, 拡張箇所に影響があるバージョンアップが行われるたびに, 後追いの対応が必要となるなどの弊害が生じてきた. 当時は, 両ソフトウェアともに積極的なバージョンアップが繰り返されていたことが [20], 状況をさらに悪化させていた.

一般的には, こうした事態を避けるために, 開発コミュニティと連携し, 適切なタイミングでソースコードを還元したり, 開発の状況を見据えたうえで, それに同調した拡張機能の開発を進めていくのが通常である. オープンソースソフトウェアは, コードを改変しやすいというメリット

があるが、その改変したソースコードを持続的に管理できる体制が構築できていなければ、サービスの安定的な運用につながらない。ソフトウェアの利用者と開発者が、相互作用できる関係を構築しなければ、利用者のニーズに基づいた機能拡張を持続的かつ安定的に開発していくことは難しい。

2007年に開発が始まったWEKOは、NIIと大学との密接な関係を生かし、開発者と利用者が双方に近い立場にあるという構造を維持しながら開発が進められた。WEKOは、当時学術機関での導入実績が進んでいたコンテンツ管理システム（CMS）NetCommons2（NC2）をベースに開発が進められた[21]。図1に、WEKOのソフトウェア構成図を示す。WEKOはNC2のモジュールとして開発されており、NC2が利用するMySQLとファイルシステムにコンテンツやそのメタデータを保存する。WEKOはNC2のモジュールを利用して、比較的自由にサイトデザインを変更することが可能であった。WEKOがそのベースシステムとしてNC2を選択した理由はこの点にある。

利用者に寄り添った開発が成功の鍵だった

WEKOは、当時DSpaceが開発した新しいユーザインタフェース（UI）であるManakinを意識していた[21]。ManakinはDSpaceの利用者コミュニティの中で要望が高かったUIのカスタマイズ能力を向上させるためのものであった[22]。こうしたUIに対する要望は、国内において

も同様であることは容易に想像された。WEKOはDSpaceの対応をさらに進化させ、テンプレートファイル等の編集を必要としない、Webブラウザ上からUIをカスタマイズできる機能を実現させた。

表2は、代表的な汎用リポジトリソフトウェアにおけるカスタマイズ可能な項目とその手法についてまとめたものである。Fedoraはコーネル大学が開発したデータモデルの柔軟性の高さを特徴としたリポジトリソフトウェアである[23]。Isradoraは2013年、プリンス・エドワード・アイランド大学ロバートソン図書館で開発されたリポジトリソフトウェアである[24]。FedoraとCMSの一種であるDrupalを組み合わせたWEKOに近いアーキテクチャを採用している。カスタマイズの手法は多様であり、設定ファイルやテンプレートファイルといったサーバ側での修正作業が必要なもの、REST APIのようにUI自体の開発が必要なもの、そしてWebブラウザ経由でのカスタマイズが可能なWeb UI経由により実現するものと、ソフトウェアごとに異なっている。WEKOでは、カスタマイズがWeb UI経由で実現できる。図2に、WEKOの機能を利用した機関リポジトリごとのカスタマイズ例を示す。Webブラウザ経由でのカスタマイズ機能を備えることで、環境構築後にサービスを機関に提供してからは、システムに明るくない大学関係者のみの作業で、UIのカスタマイズが可能となった。

WEKOの機能は、利用者からの要望に対応する形で

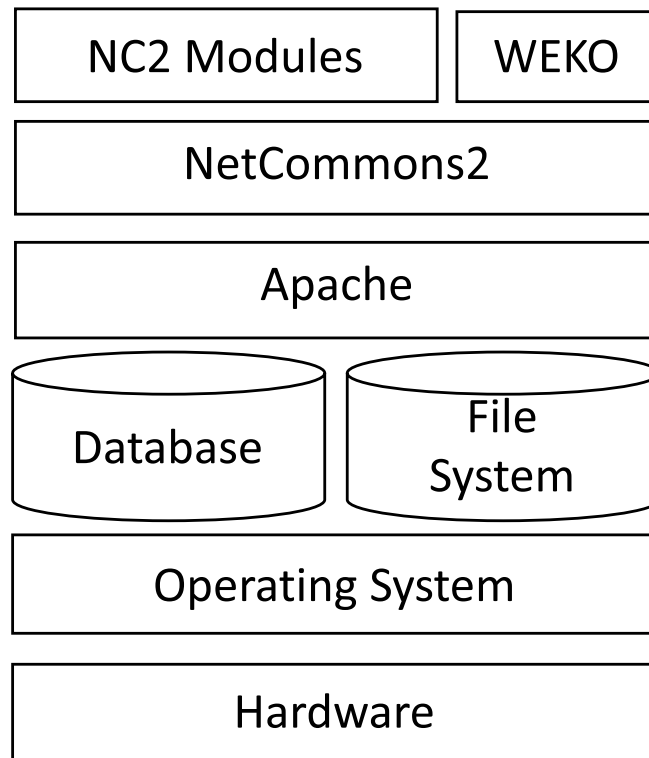


図1 WEKOのシステム構成図  
Fig. 1 System configuration diagram of WEKO.

表2 カスタマイズ可能な項目とカスタマイズ手法の比較

Table 2 Comparison of customizable methods.

	メタデータ項目	リポジトリデザイン	ランディングページ	登録フォーム
WEKO	Web UI	Web UI	Web UI	Web UI
EPrints	設定ファイル	テンプレートファイル	テンプレートファイル	テンプレートファイル
DSpace	Web UI	テンプレートファイル	テンプレートファイル, 設定ファイル	テンプレートファイル
Fedora	REST API	REST API	REST API	REST API
Isradora	Web UI	Web UI	Web UI, 設定ファイル	Web UI

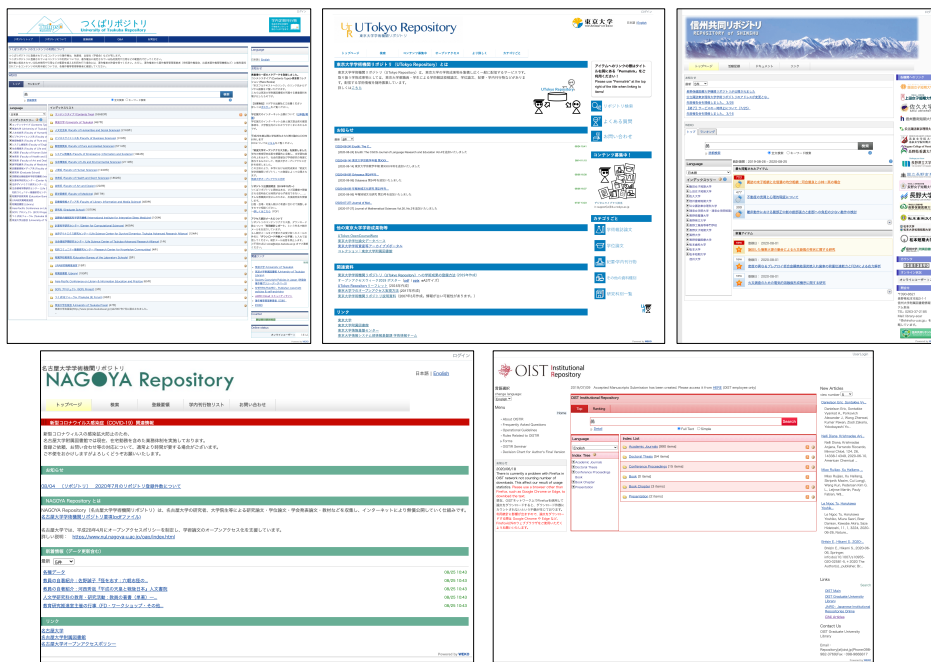


図2 WEKOによりカスタマイズされた機関リポジトリ例

Fig. 2 Examples of institutional repositories by WEKO.

NIIが基本設計を行い、開発業者による実装が行われた。実装された機能は、利用者からの評価をもとに機能改善が行われた。WEKOの新機能については、NIIが提案する機能候補に対して、利用者が投票を行うことで、実装する機能を決定した。WEKOは利用者の声を機能に反映しながら、機能改善を進めることで、豊富な機能と、利便性の高さを両立させた汎用リポジトリソフトウェアとしての立場を確立した。

### 3. JAIRO Cloudの開発

図書館員による機関リポジトリの運用において障壁となっていた管理の容易さに焦点をあて、WEKOの開発は進められた。しかしながら、中小の大学では、機関リポジトリを構築するための人的あるいは予算的なりソースを十分に持ち合わせていない場合が多かった。こうしたスター

トアップの障壁を軽減するために、WEKOのクラウドサービスであるJAIRO Cloudの提供が始まった。本章では、JAIRO Cloudのサービス提供以来、大学図書館が機関リポジトリを構築することに対する不安や課題がどのように変化していったかを数値的に示すとともに、NIIがJAIRO Cloudを通して機関リポジトリサービスの運用コストを軽減するために、どのような工夫を実践したかについて述べる。

#### 3.1 機関リポジトリの構築と運用に関する課題と意識の変化

機関リポジトリの構築・運用にはシステムに関する知識が不可欠である。表3は、JAIRO Cloudのサービスを開始した2012年度の大学あたりの図書館職員数および情報処理職員数を示したものである。国立大学を含む中小規模

表 3 大学種別および規模別の図書館職員および情報処理を担当する職員数

Table 3 Number of library staff and IT staff by each university.

種別	大学規模	大学数	図書館職員総数		情報処理(専門)	
			専任	臨時	専任	臨時
国立	A	19	49.84	54.37	1.79	0.58
	B	16	15.38	21.00	1.00	0.31
	C	26	11.27	13.92	0.88	0.35
	D	25	8.60	9.68	0.60	0.16
	計	86	19.78	22.94	1.02	0.34
公立	A	1	35.00	32.00	7.00	6.00
	B	6	12.17	16.33	0.50	0.50
	C	36	3.67	6.33	0.22	0.03
	D	39	2.21	3.64	0.05	0.05
	計	82	3.98	6.10	0.24	0.15
私立	A	30	29.97	36.77	1.23	0.20
	B	70	9.56	11.14	0.23	0.16
	C	269	4.99	4.39	0.09	0.03
	D	241	2.88	3.47	0.06	0.01
	計	610	5.91	6.39	0.15	0.05

大学規模：A:8学部以上，B:5～7学部，C:2～4学部，D:単科大学

※2012年度 学術情報基盤実態調査「課題 機関リポジトリ」を一部加工

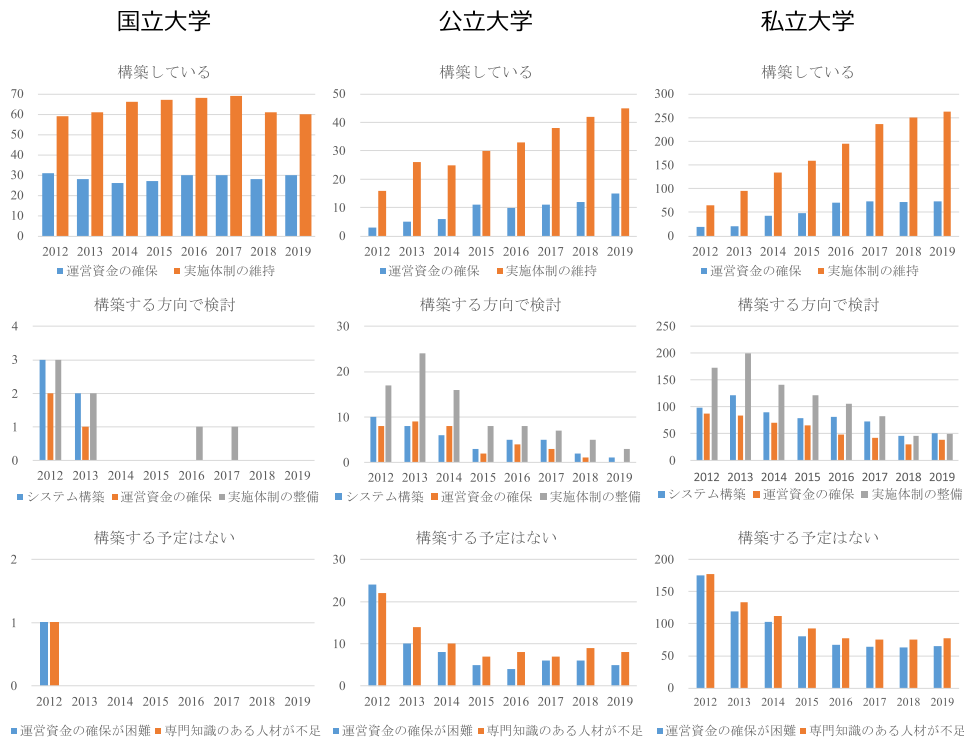


図 3 機関リポジトリ構築に係る課題 (※2012年度～2019年度 学術情報基盤実態調査「課題 機関リポジトリ」を元に作成)

Fig. 3 Issues related to the construction of institutional repositories (\*Based on the "Issues in Institutional Repositories" survey of academic information infrastructure, FY 2012-2019).

(B, C, D)の大学では、図書館に所属する情報処理担当職員は1人以下であり、機関リポジトリを構築・運用するための技術者が不足していることが分かる。さらに、公立・私立のC・D規模の大学では、図書館職員数も少なく、情報処理担当職員もほとんどいないため、図書館職員

が通常の図書館業務の傍らで、機関リポジトリの構築・運用を担当しなければならない状況にあった。

図3は、学術情報基盤実態調査結果を元に、機関リポジトリ構築に関する課題を、大学種別ごとにまとめたものである。実態調査では、機関が抱える課題について、機関

あたり複数の回答ができるようになってきている。機関リポジトリを構築している機関に対しては「運営資金の確保」「実施体制の維持」「コンテンツの確保（著作権処理を含む）」「大学全体におけるリポジトリ事業の位置付けの明確化」「その他」「特になし」の中から、機関リポジトリを構築する方向で検討している機関に対しては「学内合意形成」「運用指針の策定」「システム構築」「コンテンツの確保（著作権処理を含む）」「運営資金の確保」「実施体制の整備」「その他」「特になし」の中から、機関リポジトリの構築予定がない機関に対しては「運営資金の確保が困難」「専門知識のある人材が不足」「その他」「特になし」の中から該当する課題を選択させている。図3では、それら複数の課題の中から特に資金面と体制を含む人材面の課題に絞って図示している。

特に図3の課題「システム構築」「専門知識がある人材が不足」の減少は、従来機関が抱えていたシステムに関する知識不足が JAIRO Cloud の導入により一定数の解決につながったことが影響しているものと推察される。JAIRO Cloud の導入により、機関はシステム構築や管理といったシステムの課題から、機関リポジトリの維持管理といった、機関にとってより本質的な課題に注力できるようになったといえる。

### 3.2 効率的な運用のためのシステム設計

JAIRO Cloud では運用コストの削減を目標にシステム設計を行った。WEKO の効率的なデプロイを実現するため、サーバ専有型、バーチャルホスト型、マルチテナント型の比較検討を行った（図4）。サーバ専有型はサーバ1台に一つのWEKOをデプロイする手法である。ただし、サーバ台数がそのままリポジトリ数となるため、将来的なサーバ管理コストの増大が予想された。バーチャルホスト型はWebサーバのバーチャルホスト機能を用いてサーバ1台に複数のWEKOをデプロイする手法である。バーチャルホスト型はCPUやメモリだけでなく、オペレーティングシステム（OS）領域を含むハードディスク領域の共有を行うため、サーバ専有型と比較して費用を抑える

ことができる。一方で、複数のリポジトリでサーバを共有することから、一部のリポジトリに負荷が集中した場合に、サーバを共有する他のリポジトリにも影響がでたり、サーバ障害時は当該サーバで動作しているすべてのリポジトリに影響が発生する。マルチテナント型は、アプリケーションレベルでの多重化を実現することで、サーバ1台で複数リポジトリの提供を可能にする。マルチテナント型はアプリケーションレベルでの実装となることから、ライブラレベルの共有も可能となり、バーチャルホスト型と比較してさらに費用を圧縮できる。しかしながら、アプリケーションの改修が必要であり、開発が複雑化することから、最終的に JAIRO Cloud では、バーチャルホスト型を採用した。

JAIRO Cloud で採用したサーバ仕様は、CPU6コア、メモリ16GBのサーバで、OS領域として20GBのSSD（Solid State Drive）と備える。データ領域として250GBおよび500GBの2種類のハードディスクを用意した。250GBのハードディスクを備えたサーバは高密度サーバと称し、規模の小さいリポジトリをデプロイするのに用いた。500GBのハードディスクを備えたサーバは低密度サーバと称し、規模の大きいリポジトリをデプロイするのに用いた。表4にサーバ1台あたりのリポジトリ集約数を示す。規模の大小については、機関リポジトリに登録されているアイテム数が5万を超える場合は大規模リポジトリ、アイテム数が5万を下回る場合は小規模リポジトリとした。JAIRO Cloud が対象とする機関リポジトリは文献リポジトリであり、アイテムあたりのコンテンツ容量は700KB程度であることが多いため、アイテム数の大小が高密度、低密度サーバへの振り分け判断基準となっている。

次に、JAIRO Cloud の統合認証機能について説明する。本機能は、複数のサービスをまたいだサービスの提供など、JAIRO Cloud の将来的な機能拡張を想定して実装された機能である。たとえば、名古屋大学が実施した「クラウド環境における電子出版・リポジトリ連携実証実験」[18]で実施された汎用リポジトリソフトウェアと

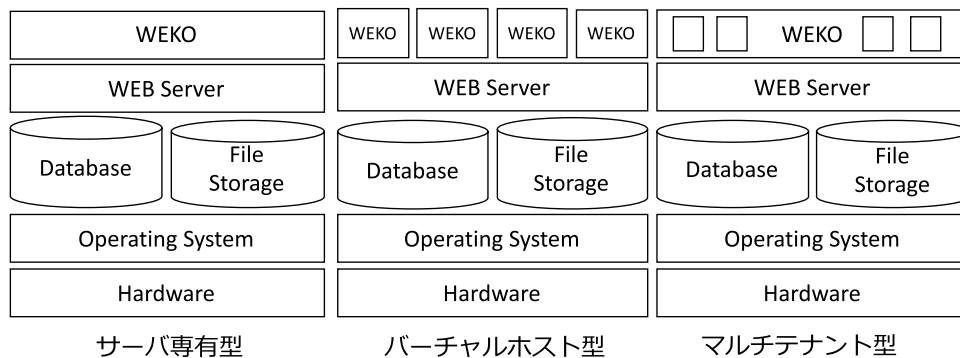


図4 JAIRO Cloudにおけるデプロイ構成の検討

Fig. 4 Deployment configuration in JAIRO Cloud.

表4 サーバ1台あたりのリポジトリ集約数

Table 4 Average number of repositories by high-density server and low-density server.

	高密度	低密度	平均リポジトリ数/台
2015年度	16	0	16
2016年度	20	0	16
2017年度	23	1	19
2018年度	24	2	21
2019年度	30	4	20
2020年度	30	4	21

※サーバ台数の記録が残っていた2015年度以降のデータをもとに作成

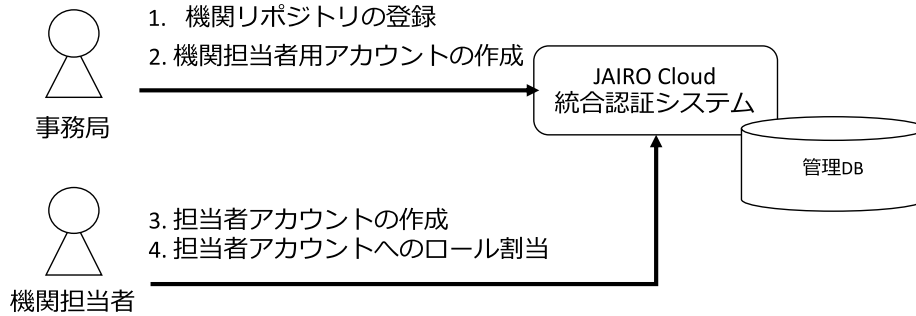


図5 JAIRO Cloud 利用開始時の手順

Fig. 5 Initial building procedure of JAIRO Cloud repository.



図6 利用者登録画面

Fig. 6 User registration view.

Open Journal Systems (OJS) との連携を行う際、JAIRO Cloud の統合認証機能経由で OJS へのログインを実現することができる。この統合認証により、JAIRO Cloud とのシームレスなシステム連携を実現できる。

また、JAIRO Cloud の統合認証機能では、機関の担当者が自機関のユーザ管理を行うことができる仕組みとなっている(図5)。すなわち、JAIRO Cloud 側でのユーザアカウント発行は機関担当者一つだけでよく、他のユーザアカウントについては、機関担当者のユーザアカウントで発行可能である(図6)。この統合認証機能により、JAIRO

Cloud としてのユーザ管理工数を減らし、システム全体の運用コストを削減した。

### 3.3 JPCOAR との共同運営による効率化

JAIRO Cloud の特徴の一つは、利用者コミュニティとの互恵的な関係のもとで、サービスとして成長してきた点である。JAIRO Cloud という全国レベルのサービスを、どのようにサポートしていくかは、大きな課題の一つであった。たとえば、システムの利用方法についての問い合わせがあった場合、NII 単独でのサポートを考えた場合、

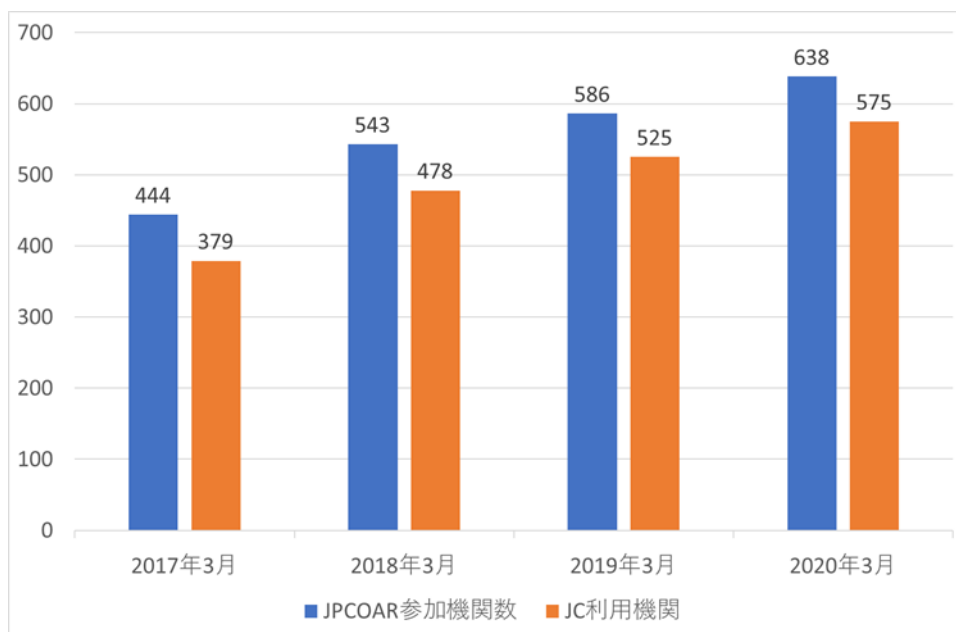


図7 JPCOAR 参加機関数の推移

Fig. 7 Number of participating institutions in JPCOAR.

NII 対利用機関という一对多の関係となり、NII の処理能力以上のサポートはできない。サポートを増員した場合には、直接的に運用コストが高くなるという問題がある。

JAIRO Cloud では、利用機関同士の相互のサポート体制を採用することにより、こうした問題に対処することとした。サービス開始当初は、比較的緩やかなコミュニティにおいてサポート体制を構築していき、2016年7月に設立したオープンアクセスリポジトリ推進協会（JPCOAR）の設立に伴い、より組織的な体制構築へと移行した。JPCOAR は大学図書館を中心とした機関リポジトリの普及とコミュニティ強化を目的とした任意団体である。

JPCOAR の参加機関数は2020年3月時点で638機関であり、そのうち JAIRO Cloud 利用機関は575機関である（図7）。JPCOAR の事業はオープンアクセスを推進するための四つの戦略、1) 研究データの公開および流通に関する先導的な取り組み、2) 学術情報流通基盤整備によるコンテンツ流通および活用の促進、3) 参加機関全体の底上げを図るコミュニティの機能強化、4) 新しい時代を担う中核的な人材育成、に賛同し日本の機関リポジトリの在り方を改革したいと考えている参加機関の有志によって実施されている。実際の運営は運営委員会、作業部会および事務局で実施されており、運営委員会は主に国公私立大学図書館管理職から構成される15名、作業部会は主に国立大学図書館関係者から構成される約70名、事務局は3名で活動している。作業部会に参加する動機であるが、機関リポジトリ等の学術情報流通に関する最新動向にアクセスしやすくなる、関連する知識や技術を深めることができる、JAIRO Cloud や関連システムへの関与ができるといった点が挙げられる。

図8は現在の JAIRO Cloud の運用体制を示したものである。JAIRO Cloud は、NII と JPCOAR との共同運営と位置付け、運用に関する役割分担を明確にした。現状では、コミュニティサイトやユーザ窓口等の運用は JPCOAR が担当し、JAIRO Cloud の開発は NII が担当している。JAIRO Cloud への移行相談会や機関リポジトリ新任担当者研修の実施といったサービス支援を、利用者間で実現することで、NII における運用コストを軽減することに成功した。JAIRO Cloud の利用費は、利用する機関の構成員数により異なる。構成員数が100名以下の場合には、JAIRO Cloud の利用料は年額4万円で JPCOAR の基本会費と含めても年額6万円で機関リポジトリを構築することができる（表5）。その一方で、利用機関のサポートや利用者講習などの教育を JPCOAR がコミュニティとして担当することで、NII はこのための費用を計上せずに、システムに関する費用のみに集中することができる。JAIRO Cloud が安価な利用料を設定できた背景には、こうした JPCOAR との役割分担に依拠するところが大きい。

#### 4. JAIRO Cloud とコミュニティ

利用者コミュニティとの協業こそが JAIRO Cloud 成長の鍵

JAIRO Cloud は、利用者コミュニティとともに成長してきた機関リポジトリサービスである。2012年のサービス開始から着実に導入機関を増やしていき、2020年7月時点では625もの機関が JAIRO Cloud を利用している（図9）。本章では、より具体的に、コミュニティがどのようなサポートを実践し、コミュニティ活動がサービス運用





図8 JAIRO Cloudを運営するJPCOARとNIIの関係  
Fig. 8 Operation system diagram of JAIRO Cloud.

表5 JPCOAR会費とJAIRO Cloud利用料金  
Table 5 JPCOAR annual membership fee and JAIRO Cloud annual usage fee.

JPCOAR 会費			JAIRO Cloud 利用料金		
区分	構成員数	会費額 (年額)	区分	構成員数	利用料金 (年額)
A	0~600人	20,000	1	0~100人	40,000
			2	101~200人	80,000
			3	201~300人	120,000
			4	301~400人	160,000
			5	401~500人	200,000
			6	501~600人	240,000
B	601~1,100人	40,000	7	601~700人	280,000
			8	701~800人	320,000
			9	801~900人	360,000
			10	901~1,000人	400,000
			11	1,001~1,100人	440,000
C	1,101~1,200人	60,000	12	1,101~1,200人	480,000
			13	1,201~1,300人	520,000
			14	1,301~1,400人	560,000
			15	1,401~1,500人	600,000
			16	1,501人~	640,000

※オープンアクセスリポジトリ推進協会会費規程(平成28年7月27日制定)の表1,表2をもとに作成

に機能していったかについて述べる。

#### 4.1 説明会の実施

NIIではJAIRO Cloudの普及に向けて、利用者コミュニティの立ち上げを意識しながら、表6に示すように、2012年から2015年にかけて各地でJAIRO Cloudの説明会を開催した。地方での説明会開催の際は、ホストとなる大学に事例紹介という形でJAIRO Cloudを利用したリポジトリの構築や機関リポジトリに関係する話題提供を依頼し、利用者コミュニティ主導という流れを徐々に作り上げていった。こうした事例紹介を依頼しながら、講師の育成を努めていった。

2016年には、JPCOARの前身となる、機関リポジトリ推進委員会による「機関リポジトリ新任担当者研修」の教材としてJAIRO Cloudが取り上げられるようになっていった。ここでの受講生が、次の研修の講師となるように意識して年度ごとの研修を企画した。こうした流れを作ることで、次第に利用者コミュニティ主導の人材育成という観点での説明会や講習会へと展開することに成功した。

2016年7月以降は、JPCOARが新任担当者研修を担当することになり、研修事業が継続された。利用者コミュニティによる研修サイクルを繰り返すことで、人材育成を行いつつ、次世代の指導者を育てていくというプロセスが熟成されていった。

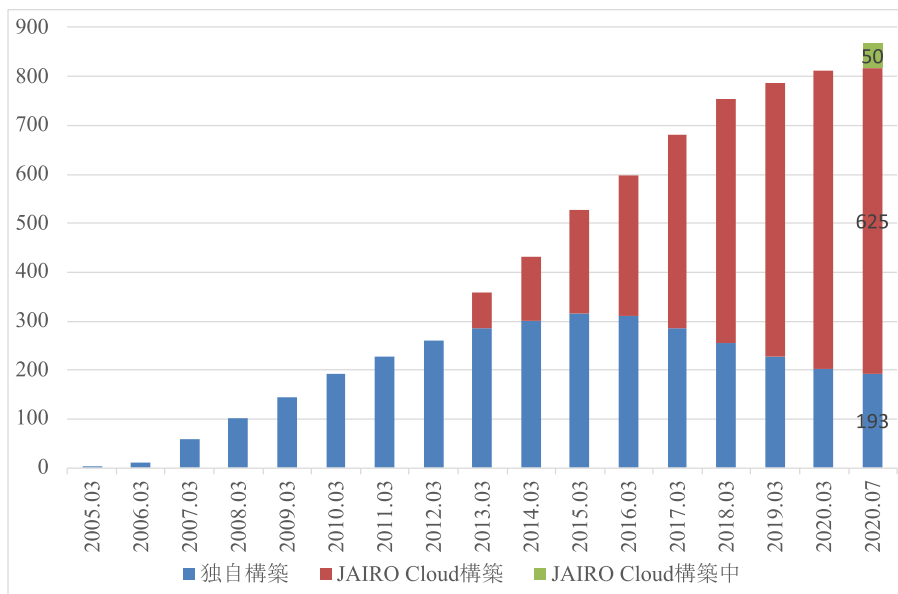


図9 国内機関リポジトリ構築機関数の推移

Fig. 9 Number of institutions building institutional repositories in Japan.

表6 説明会日程

Table 6 History of JAIRO Cloud orientation meeting.

日程	会場	主催	事例紹介
2012年11月28日	福島	NII	愛知大学, 麗澤大学, 大阪樟蔭女子大学, 八戸工業大学, 信州大学, 和光大学, 大阪青山大学, 東洋大学 (8大学)
2012年12月3日	岡山		
2012年12月11日	長崎		
2013年1月10日	東京		
2013年11月7-8日	宮城	NII	宮城教育大学, 愛知大学, 神戸松蔭女子学院大学, 神戸市外国語大学, 北海道大学, 信州大学, 広島大学 (7大学)
2013年11月27-28日	愛知		
2013年12月9-10日	兵庫		
2014年1月28-29日	福岡		
2014年2月6-7日	東京	NII	北海道医療大学, 獨協大学 (2大学)
2014年6月16-17日	東京		
2014年7月3-4日	北海道		
2014年9月11-12日	京都		
2014年11月17-18日	東京	NII	
2015年4月23日	福岡		
2015年5月18日	東京		
2015年6月5日	宮城		
2016年6月23-24日	東京	機関リポジトリ推進委員会「平成28年度機関リポジトリ新任担当者研修」	田園調布学園大学, 筑波大学, 長崎大学, 神戸大学, 大阪商業大学, 東京家政大学 (6大学)
2016年7月28-29日	東京		
2016年8月22-23日	長崎		
2016年9月13-14日	兵庫		
2016年10月27-28日	東京		

#### 4.2 既存機関リポジトリからの移行

JAIRO Cloud の導入機関数が増加するにつれ、新規に機関リポジトリを構築するといった要望だけでなく、すでに機関リポジトリを導入している機関からの移行に対する要望がでてきた。システム維持の継続性の課題解決や、JAIRO Cloud の新しい機能の利用が、移行を希望する主な理由であった。JAIRO Cloud では、こうした要望に対応するために、2013 年度から 2014 年度にかけて、他システムからの移行を希望する機関と協力した移行実験を実施した。その際、対象となったシステムは「DSpace (Ver.1.4, Ver.1.5, Ver.1.6)」「NALIS-R」「XooNips」「E-Repository」である。こうした移行実験においても利用者コミュニティ主導で作業が行われるように、表 7 に示すような手順を整えていった。

データ移行の手法については、WEKO を利用するツールとして開発を進めていた、コンテンツの一括登録アプリケーションを利用した、既存のシステムから TSV 形式でデータを抽出し、それを WEKO のメタデータ形式にマッピングすることで、JAIRO Cloud への移行ができるように作業が進められた。サンプルデータによる登録を試したのち、大量データ移行を行い、その結果を評価した。具体的な評価内容としては、移行元のリポジトリから移行先のリポジトリに正しくレコードが移行できているか、大量のデータ登録の際にシステム的な問題が発生しないか、移行作業に必要な作業工数はどれくらいであったかを評価し

た。実験に参加した筑波大学、信州大学、核融合科学研究所、旭川医科大学、千葉大学、山形大学の機関リポジトリを JAIRO Cloud に移行することに成功し、WEKO 以外の他のリポジトリソフトウェアからの移行に WEKO が対応できること、また規模の大きなリポジトリの移行にも耐えられることを示した。また、移行実験全体としては、JAIRO Cloud 移行機関への情報提供やノウハウ提供のために利用されることにつながった。

#### 4.3 コミュニティサイト

NII では、図 10 に示すような JAIRO Cloud ではコミュニティサイト\*1 を提供することで、利用機関による相互の情報交換の場を提供した。JAIRO Cloud 説明会資料等もコミュニティサイトに集約させ、コミュニティサイトとしてのコンテンツ拡充を進めていった。

コミュニティサイトにおいて特に重要な役割を担ったのは、フォーラムの機能である。フォーラムでは、利用機関からの問い合わせに対して、利用機関が回答するといった形で利用者コミュニティの育成が進められていった。必要に応じて NII の JAIRO Cloud 担当者が議論に参加し、議論をリードすることもあったが、それも講習会等の実施が進むにつれて、講習会の講師がフォーラム担当となるといった議論を活発化するための取り組みが行われてきた。図 11 にフォーラムの活用状況を月ごとに可視化したものを示す。多い月には 23 のスレッドが立ち上がり、合計

表 7 データ移行手順  
Table 7 Data migration procedure.

#	作業項目	作業内容	作業主体
1	移行元リポジトリからのデータ抽出	移行元リポジトリからのデータ抽出プログラムをインストールし、データを抽出	利用機関
2	JAIRO Cloud 実験環境構築	データ移行実験用の JAIRO Cloud 環境を構築	NII
3	フィルタ作成・修正	移行元システムのデータ項目と JAIRO Cloud のデータ項目とのマッピング設定	利用機関
4	サンプルデータの移行	サンプルデータ（100 件程度）を JAIRO Cloud 実験環境のロードし、問題がなくデータ移行されたかどうかを検証	利用機関
5	大量データの移行	大量データを JAIRO Cloud 実験環境に移行する	利用機関
6	登録結果確認	大量データロードについて、問題がなくデータがロードされたかどうかを検証	NII 利用機関

\*1 2021 年 1 月 14 日閉鎖。閉鎖後は JPCOAR 公式サイト (<https://jpcoar.repo.nii.ac.jp/>) が機能を継承。



図 10 コミュニティサイト  
Fig. 10 JAIRO Cloud community site.

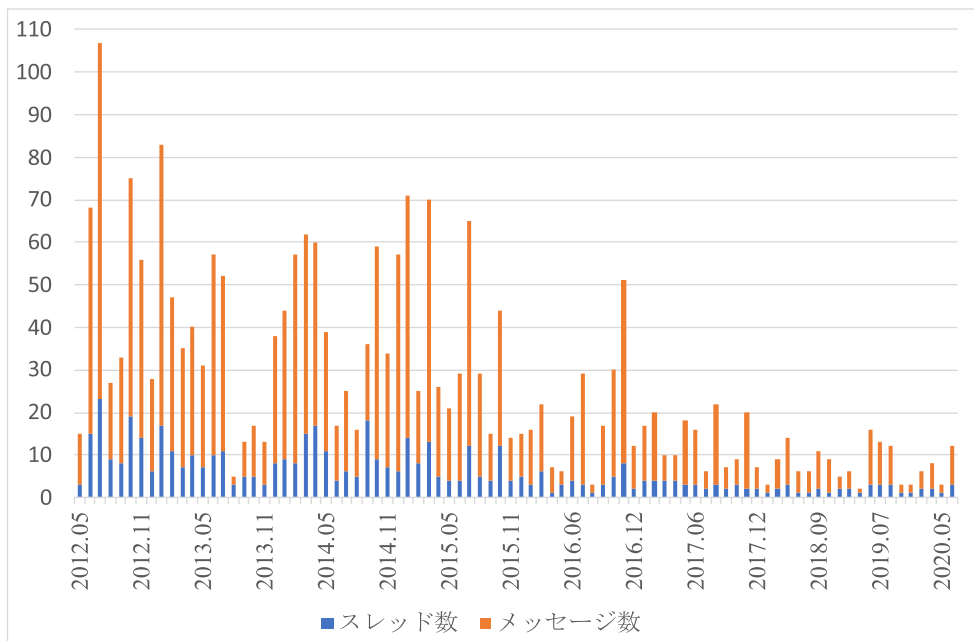


図 11 コミュニティサイトのフォーラム活用状況  
Fig. 11 Usage of forums in JAIRO Cloud community site.

107のメッセージがやり取りされていた。月日が経つにつれてフォーラムのメッセージ数は減少しているが、これは JAIRO Cloud の機能が安定化してきたのとコミュニティとしての習熟度が上がってきたことが影響しているものと推察される。

こうしたコミュニティサイトの成長もあり、当初 NII が主導していたサポート体制も次第に利用機関コミュニティに移行し、NII 単独では決してなし得なかった、サポート体制の実現につなげることができた。

## 5. JAIRO Cloud の現状と課題

### 5.1 システムの現状

JAIRO Cloud のリソース集約は主に CPU のコア数、メモリ容量を中心に実施され、ディスク容量については、コンテンツ登録数の増加に伴い対応を検討するという場あたりのなものであった。

2020年7月時点の JAIRO Cloud が提供する機関リポジトリのアイテム数、ディスク使用量の分布を図 12 に示す。これより、全体の約 97% がディスク使用量 40 GB 未満、アイテム数 20,000 未満であった。JAIRO Cloud 全体でのアイテム総数は約 174 万、ディスク使用量は約 3.3 TB であった。サーバ全体でのディスク容量は 10 TB あり、現状は全体の約 3 割程度の使用量であった。ディスク使用量の観点からみると、サーバの集約数はまだ改善の余地がある。

### 5.2 課題

JAIRO Cloud は利用機関コミュニティとともにサービスを成長させてきた。JAIRO Cloud の利用機関を増やす

という観点からは、この利用機関コミュニティが予想以上の機能を果たしたと考えられる。しかしながら、汎用リポジトリソフトウェアの開発そのものを、利用機関と連携して実践する観点については、まだ改善の余地がある。現状でも、機能改善に関する調査を実施しながら開発を進めているが、特に新しい機能や仕様の策定に際し、利用者からの積極的な関与を得るには至っていない。特に、今後のオープンサイエンスの展開を見据えた研究データへの対応については、開発機関と利用機関が世界の先進的な動向を把握したうえで、機能の高度化に取り組んでいく必要がある。

また、これまで文献リポジトリとして活用されてきた JAIRO Cloud にて、利用機関や分野が求める研究データに関する要望、具体的にはデータのバージョン管理や多様な研究データ受け入れワークフローなどに、いかに対応していくかは課題である。特に分野のデータリポジトリに対応していくには、これまでの機関リポジトリの枠に囚われない、分野としてのリポジトリをいかに実現し、提供していくかの検討が必要である。

## 6. おわりに

本稿では JAIRO Cloud の構築の経緯から、設計ノウハウ、コミュニティ主導のサービス普及を、どのように進めてきたのかについて述べた。JAIRO Cloud という 625 機関が利用するサービスを効率的に提供していくためには、利用機関との密接な連携が不可欠であった。特にコミュニティを育成していく過程では、利用機関主導型の仕組みが重要な役割を果たした。

現在、NII では研究データのライフサイクルに沿って、

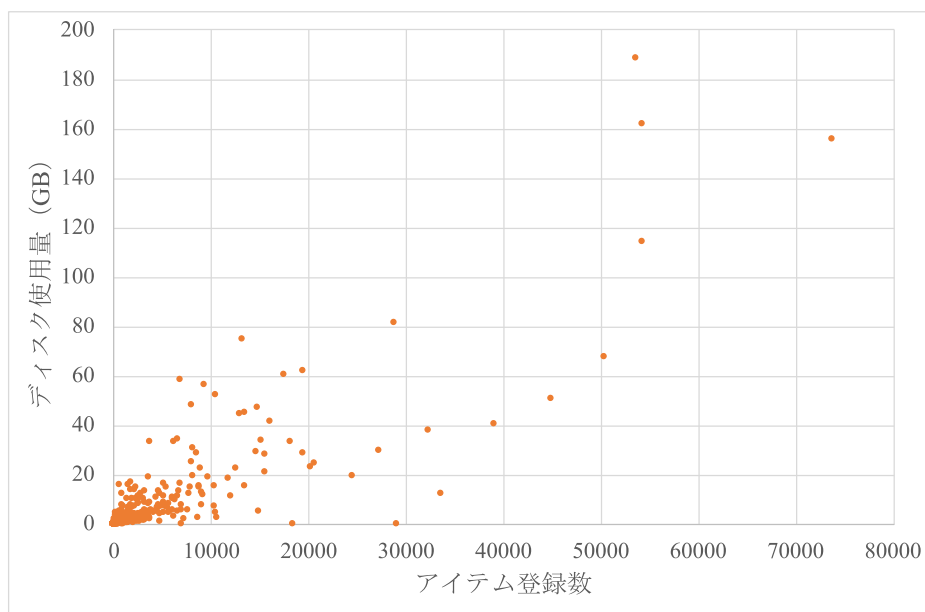


図 12 機関リポジトリ別ディスク使用量とアイテム登録数

Fig. 12 Disk space usage and number of items registered by each institutional repositories.

研究データを管理・公開・検索する NII Research Data Cloud (NII RDC) の開発を進めている。NII RDC では、研究データの公開基盤として汎用リポジトリソフトウェア WEKO の後継ソフトウェアの開発を進めており、次期 JAIRO Cloud の基盤ソフトウェアとして採用予定である。後継ソフトウェアでは、これまでの文献リポジトリ機能としての WEKO の機能性は踏襲しつつ、研究データ対応に向けた機能、バージョン管理機能の強化、ワークフロー機能の強化、ソフトウェア・システムとしての拡張性の課題に取り組んでいる。また、次期 JAIRO Cloud は NII RDC の研究データ公開基盤として、研究データ管理基盤 GakuNin RDM や研究データ検索基盤 CiNii Research と密接に連携しながらサービスを展開予定である。

今後は、これまでの JAIRO Cloud での利用機関コミュニティとの協働を更に強化しながら、研究者中心の NII RDC の公開基盤として、研究開発と安定運用を両立させたオープンサイエンス時代の新しい機関リポジトリサービスとして発展させていきたい。

**謝辞** JAIRO Cloud は国立情報学研究所の歴代の学術コンテンツ課のリポジトリ担当係長である、小林廉直氏、塩崎亮氏、前田朗氏、田口忠祐氏、また基盤運用を担当されていた三浦竜哉氏の多大なる貢献のもと実現されてきた。ここに感謝の意を表す。また、JPCOAR 各作業部会関係者、JAIRO Cloud 参加機関各位の多大なるご協力に感謝を表す。

## 参考文献

- [1] OECD: Making Open Science a Reality, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No.25, OECD Publishing, Paris, (2015) <<http://dx.doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>>.
- [2] van Dijk, W., Schatschneider, C. and Hart, S. A.: Open Science in Education Sciences, Journal of Learning Disabilities, (2020) <<https://doi.org/10.1177/0022219420945267>>.
- [3] Harnad, Stevan: Open Access: What, Where, When, How and Why. In: Ethics, Science, Technology, and Engineering: An International Resource eds. J. Britt Holbrook & Carl Mitcham, (2nd of Encyclopedia of Science, Technology, and Ethics, Farmington Hills MI: MacMillan Reference) (2015).
- [4] Smith, M. K.: DSpace: An institutional repository from the MIT libraries and Hewlett Packard Laboratories. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), No.2458, pp.543-549 (2002) <[https://doi.org/10.1007/3-540-45747-x\\_40](https://doi.org/10.1007/3-540-45747-x_40)>.
- [5] Gumpenberger, C.: The EPrints story: Southampton as the cradle of institutional self-archiving. GMS Medizin - Bibliothek - Information, Vol.9, No.1, pp.1-6 (2009).
- [6] Kumar, S.: An Evaluative Study of DOAJ & Open DOAR with Special Reference to Indian Contribution to Open Access World. International Journal of Library Science, Vol.08, No.2. [www.ceserp.com/cp-jour](http://www.ceserp.com/cp-jour) (2013).
- [7] 国立情報学研究所：学術機関リポジトリ構築ソフトウェア実装実験プロジェクト報告書 (2005).
- [8] 国立情報学研究所：学術機関リポジトリ構築連携支援事業第1期報告書「学術コミュニケーションの新たな地平」(2008).
- [9] 国立情報学研究所：学術機関リポジトリ構築連携支援事業第2期報告書「変容する学術流通，進展する機関リポジトリ」(2011).
- [10] 国立情報学研究所：学術機関リポジトリ構築連携支援事業第3期報告書「未来への飛躍～機関リポジトリの更なる発展を目指して～」(2014).
- [11] 山地一禎：オープンソースソフトウェアの開発事例とコミュニティ，情報と科学と技術，Vol.64, No.2, pp.54-59 (2014).
- [12] 杉田茂樹，鈴木雅子，山本和雄：The future is now：実務担当者が作る機関リポジトリコミュニティ，大学図書館研究，Vol.90, pp.35-45 (2010) <<https://doi.org/10.20722/jcul.29>>.
- [13] 内島秀樹：DSpaceによる機関リポジトリの導入事例，医学図書館，Vol.53, Issue 4, pp.397-403 (2006) <<https://doi.org/10.7142/igakutoshokan.53.397>>.
- [14] 中山知士：日本および世界における電子学位論文のインターネット公開，大学図書館研究，Vol.101, pp.44-52 (2014).
- [15] 前田朗，加藤寛士，高橋菜奈子，山地一禎：システム基盤としての JAIRO Cloud，大学図書館研究，Vol.103, pp.9-15 (2016) <<https://doi.org/10.20722/jcul.1423>>.
- [16] 小松陽一：領域2「博士論文発信支援パッケージ開発プロジェクト」，国立情報学研究所 学術機関リポジトリ構築連携支援事業報告書，(2012) <[https://www.nii.ac.jp/irp/archive/report/pdf/2\\_tokyo.pdf](https://www.nii.ac.jp/irp/archive/report/pdf/2_tokyo.pdf)>.
- [17] 東雅彦，橋洋平：領域2「オープンアクセス環境下における同定機能導入のための恒久識別子実証実験」，国立情報学研究所 学術機関リポジトリ構築連携支援事業報告書，(2012) <[https://www.nii.ac.jp/irp/archive/report/pdf/2\\_kanazawa.pdf](https://www.nii.ac.jp/irp/archive/report/pdf/2_kanazawa.pdf)>.
- [18] 山本哲也：領域2「クラウド環境における電子出版・リポジトリ連携実証実験」，国立情報学研究所 学術機関リポジトリ構築連携支援事業報告書，(2012) <[https://www.nii.ac.jp/irp/archive/report/pdf/2\\_nagoya.pdf](https://www.nii.ac.jp/irp/archive/report/pdf/2_nagoya.pdf)>.
- [19] Smith, M., Bass, M., McClellan, G., Tansley, R., Barton, M., Branschofsky, M., Stuve, D. and Walker, J. H.: DSpace: An open source dynamic digital repository. D-Lib Magazine, Vol.9, No.1, (2003) <<https://doi.org/10.1045/january2003-smith>>.
- [20] 林正治，林洋平，田邊浩介，青山俊弘，池田大輔，行木孝夫，山地一禎：次世代リポジトリプラットフォームに求められる機能像～オープンソースリポジトリソフトウェアの比較調査を通して～，情報知識学会誌，Vol.27, No.4, pp.366-369 (2017) <[https://doi.org/10.2964/jsik\\_2017\\_043](https://doi.org/10.2964/jsik_2017_043)>.
- [21] 山地一禎，青山俊弘，武田英明：学術資源共有基盤 WEKO の開発，デジタル図書館，No.36, pp.51-61 (2009).
- [22] Phillips, S., Green, C., Maslov, A., Mikeal, A. and Leggett, J.: Manakin: A new face for DSpace, D-Lib Magazine, 13(11-12) (2007) <<https://doi.org/10.1045/november2007-phillips>>.
- [23] Payette, S. and Lagoze, C.: Flexible and extensible digital object and repository architecture (FEDORA), Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), Vol.1513, No.3, pp.41-59 (1998) <[https://doi.org/10.1007/3-540-49653-x\\_](https://doi.org/10.1007/3-540-49653-x_)>.
- [24] Leggott, M. A. Islandora: a Drupal/Fedora Repository System. 4th International Conference on Open Reposito-

ries, (2009), <<http://hdl.handle.net/1853/28495>>.



林 正治 (正会員)

情報・システム研究機構国立情報学研究所  
オープンサイエンス基盤研究センター特任  
助教. 2009年北陸先端科学技術大学院大  
学知識科学研究科博士後期課程修了. 次期

JAIRO Cloud (WEKO3) の研究開発に従事.



林 豊 (非会員)

情報・システム研究機構国立情報学研究所  
学術基盤推進部学術コンテンツ課研究デー  
タ基盤整備チーム. 2005年名古屋大学大  
学院多元数理科学研究科博士前期課程修

了. 次期 JAIRO Cloud (WEKO3) 等の研究データ基盤  
の開発・運用に従事.



新妻 聡 (非会員)

情報・システム研究機構国立情報学研究所  
学術基盤推進部学術コンテンツ課研究デー  
タ基盤整備チーム. 1999年芝浦工業大学  
システム工学部電子情報システム学科卒.

JAIRO Cloud (WEKO2), IRDB および情報学広場の運  
用に従事.



山地 一禎 (正会員)

情報・システム研究機構国立情報学研究所  
コンテンツ科学研究系教授. 2000年, 同  
大学大学院工学研究科電子・情報工学専攻  
修了. 博士 (工学). 理化学研究所脳科学

総合研究センター研究員などを経て, 現職. 高等教育機関  
における ICT 基盤整備に関する研究開発に従事. 文部科  
学省平成 30 年度文部科学大臣表彰科学技術賞 (開発部門)  
受賞.