

# GakuninRDMとオンプレミスNextCloudとの連携による 研究不正対策基盤の構築と運用の提案

藤岡 碧志<sup>†1,a)</sup> 岡崎 裕之<sup>†1,b)</sup> 鈴木 彦文<sup>†2,c)</sup>

**概要:** 日々の研究データを管理するためのシステムとして Nii が GakuninRDM というサービスの提供を開始した。GakuninRDM は一般的なオンラインストレージサービスをと同様に扱うことができ、バージョン管理や外部サービスとの連携も可能となっている。しかし、同サービスが掲げている「研究データ管理による研究推進と研究公正」を達成するためには機能が不十分であると考えた。そこで我々は外部サービスとして NextCloud を選択し、その上にレビュー機能・RDM へ登録するファイルへの署名付与を行うカスタムアプリケーションを構築し、運用することで研究データの再利用と研究公正に有用か検討を行う。

**キーワード:** GakuninRDM, NextCloud, 研究公正, 電子署名

## Proposal for the construction and operation of an anti-research misconduct infrastructure by linking GakuninRDM and on-premise NextCloud

**Abstract:** Nii has launched a new service called GakuninRDM as a system to manage daily research data. GakuninRDM can be used in the same way as general online storage services. GakuninRDM can be used just like any other online storage service, and it also allows version control and integration with external services. However, we thought that its functions were insufficient to achieve the service's goal of "research promotion and research fairness through research data management. Therefore, we selected NextCloud as an external service. We then selected NextCloud as an external service, and built a custom application on top of it to provide review functions and signatures to files registered in RDM. We will examine whether it is useful for the reuse of research data and research fairness by operating it.

**Keywords:** GakuninRDM, NextCloud, Research integrity, Digital signature

### 1. はじめに

近年の研究活動は専門性、多様性を増しつつあり、多種多様な手段を用いて実験・実証などが行われるようになった結果、研究者同士で互いの活動成果を把握することや、

研究活動のプロセスに問題がないかを研究活動の公正さの観点から検討することが困難になってきている。

この研究活動の公正さ (Research Integrity) を追求するために、研究活動において発生するデータや結果の捏造、改ざん及び盗用などといった研究活動における不正行為 (研究不正) を抑止・事前防止するといった対策を行う必要がある。そのため、文部科学省は「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン (平成 26 年 8 月)」[1] (以下ガイドライン) を策定した。同ガイドラインは研究活動における不正行為に対する基本的な考え方・姿勢を示した上で、研究機関の管理責任や事前防止のための環境整備について、不正行為があった際の対応や研究者のみでなく研究機関に対する措置に至るまで、すべての研究機関

<sup>†1</sup> 現在, 信州大学 大学院 総合理工学研究科 電子情報システム工学分野

Presently with Science and Technology Department of Engineering Electrical and Computer, Engineering Division, Shinshu University

<sup>†2</sup> 現在, 信州大学 総合情報センター

Presently with Integrated Intelligence Center, Shinshu University

a) 20w2079b@shinshu-u.ac.jp

b) okazaki@cs.shinshu-u.ac.jp

c) h-suzuki@shinshu-u.ac.jp

が整備すべき指針について示している。

しかしながら、文部科学省にて公開されている [2] 平成 27 年度から令和 2 年度までの研究活動において不正行為として認定された事案 63 件のうち、研究データに関する不正行為を行ったものは 47 件、論文投稿に関する不正行為を行ったものは 3 件、どちらの不正行為も行ったものは 13 件あり、研究データの改変による不正が多いことがわかる。また、研究データの改変による不正のうち 30 件は盗用のみからなり、研究不正の多くは研究者が直接操作しやすく、かつ指導教員が確認しにくい研究データの扱いによるものが問題であるといえる。

このようなことから、ガイドラインは研究活動における不正行為の定義を始めとし、その防止のための倫理教育の推進や起きた際の対応、及び研究機関における研究データの保存や開示など、多くの指針を定めているが、近年の研究不正が研究データによる事案がほとんどであることから、研究活動の公正さを追求するためには日々の研究データ管理 (Research Data Management, RDM) の基盤を整える必要があると考える。

## 2. 研究公正と研究データ管理

本章では研究公正と研究データ管理、国内での研究データ管理への取り組み及びそれらの問題点について述べる。

### 2.1 研究データ管理とは

研究データ管理 (Research Data Management, RDM) とは、研究活動により得られる研究データを、研究中もしくはその研究が終了した後も適切に管理するために研究データ管理計画 (Data Management Plan, DMP) を定めたり、研究データのライフサイクル (Research data lifecycle) などに基づいて研究者や研究機関が研究データを最大限活用できるようにするための活動の事を言う。

研究データ管理計画とは、研究プロジェクト等における研究データの取り扱いを定めるものであり、データの種類、フォーマット、アクセス及び共有のための方針、研究成果の保管に関する計画などについて記載される文書である。後述する研究データのライフサイクルにおける「計画」の部分に相当し、適切に策定された研究データ管理計画はそれに則っている限り、自身の研究データや記録等が正確かつ完全であるという信頼性を保証し、自身の研究の再現性及び公正性をも保証する指針となる。また、研究の開始から終了後の保存に至るまでの計画を定めておくことで、研究データそのものの公開を推進するオープンサイエンスといった動きへも上述したデータの完全性、信頼性を保証できるという観点から対応しやすくなるという利点がある。

研究データのライフサイクル [3](図 1) とは、どのように研究データを扱っていくのか指針を定める計画 (Plan)、実験や調査により実際にデータを取得する収集 (Collecting)、

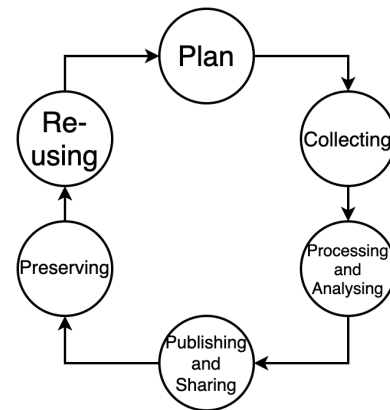


図 1 Research data lifecycle

得られたデータに対して追加の実験や考察がしやすいように処置を施す処理や分析 (Processing and Analysing)、研究結果や成果、元となったデータはその内容を鑑みた上での公開と共有 (Publishing and Sharing)、再現性の確認といった研究公正の観点などからなる保存 (Preserving)、後続の研究での再利用 (Re-using) の 6 つから構成される。また、このライフサイクルの中で扱う研究データは FAIR 原則 (FAIR Data Principles) の考えに基づいて管理されることが望ましいとされている。

FAIR 原則 [4] はデータを Findable(検索可能)、Accessible(アクセス可能)、Interoperable(相互運用可能)、Reusable(再利用可能) にするための一連の原則のことを指す。各原則は「To be Findable(検索されるためには): (メタ) データが、グローバルに一意で永続的な識別子を (ID) を有すること」などといった 15 の小原則から構成されている。

単に研究活動で発生したデータを保存しておくのみでは不十分であり、綿密な計画の立案とライフサイクルに則った管理、及び継続的な運用と改善を必要とする研究データ管理は一研究員や指導教員のみでの動きでは漏れや不備などが発生しうる。そこで、国立情報学研究所 (National Institute of Informatics, NII) はライフサイクルにおける公開と共有から保存、再利用を目的とした日々の研究データ管理をサポートするサービス GakuninRDM を開発した。

### 2.2 NII の取り組み

NII は研究データのライフサイクルを支える基盤として NII 研究データ管理基盤 (NII Research Data Cloud, NII RDC) の開発を 2017 年から行っている。NII RDC はデータ検索基盤、データ管理基盤及びデータ公開基盤の大別して 3 種類の基盤から構成されている。この 3 つの基盤の利活用を促進するために、以下に示すような機能開発も進めている。

- データ解析機能
- 人材育成基盤

- データガバナンス機能
- データキュレーション機能
- オープンアクセス推進機能
- 人文学社会科学における利用推進

この章では先に示した3つの基盤について説明する。

データ検索基盤の CiNii Research は学術情報検索サービスであり、NII RDC 上に登録された研究成果や論文だけでなく、研究データや書籍、進行している研究プロジェクトなどの研究に関連するほぼ全ての情報を包括的に検索することができる。この検索基盤の主なねらいは「既存の学術情報を他の研究者が発見することで新たな視点でデータを利用すること」や「既存の学術情報をより発見しやすくすること」としており、単にデータを公開するのみでは達成できない FAIR 原則のうちの Findable(検索可能であること)を強化している。

データ公開基盤の WEKO3 は研究者が公開すると判断した研究データや関連する資料を公開するための基盤である。GakuninRDM との連携により研究に関連する成果を研究者の所属する機関リポジトリに公開することができる。この公開基盤の主なねらいは「ウェブページによる公開を始めた研究データの可視性の向上を図ること」や「データを直接的に公開するのではなく、期間を設けることや特定機関に制限したり独自の形式で公開する」など、公開しているデータの再利用の機会を損なわせないことやデータを公開している研究者が不利にならないようにするという単純な公開、非公開にとどまらない特殊な公開方法に長けている。

データ管理基盤の Gakunin RDM は実施中の研究プロジェクトにおける個々の研究者もしくは研究グループでの研究データや関連資料を管理するための基盤である。非公開の「プロジェクト」という単位で管理され、ファイルのバージョン管理や同プロジェクト内でのアクセス管理、及び研究公正のための証跡管理、記録機能など日々の研究データ管理を補佐する機能を有している。このデータ管理基盤の主な狙いは「個人所有の PC やクラウドストレージなど、様々な場所に散らばっているデータ群を一元化し、研究活動を円滑にすすめるためのポータルとして運用すること」や「管理下にあるファイルの証跡追加による研究不正の防止」など、研究者のデータ管理及び引き継ぎなどの煩雑さを取り払うことができ、かつ不正の防止、公正性の担保に貢献するといった日々行う研究活動の補佐に長けている。

### 2.3 GakuninRDM の機能

Gakunin RDM は前章にて述べたように、研究者や研究グループにおける研究データおよび関連する資料等をプロジェクトという単位で管理できる研究データ管理基盤である。外部ストレージサービス等による連携も可能だが、一

般的なオンラインストレージサービスと同等の基本的なファイラー機能の他、研究活動及び研究公正の推進を目的とした以下の機能が存在する。

アップロードされたデータのハッシュ値を元に時刻認証局 (Time Stamp Authority, TSA) を用いたタイムスタンプによる証跡管理機能がある。このタイムスタンプはシステム中に保存されたデータがある時刻に存在することを証明するもので、タイムスタンプが打たれた時刻以降に変更や改ざんがあった場合、変更後のデータのハッシュ値からなるタイムスタンプと合致しなくなる事により研究データに対する不正行為に対処できうる機能である。

また、プロジェクトに対して複数メンバーを追加可能であり、各メンバーごとに管理者、読み書き、読みのみといった権限の管理が可能となっている。これにより、不正行為を行っている研究者が発覚した際に権限を読みのみに変更することで証拠の隠滅やより悪意のある改ざんといった二次的な被害を防ぐこともできる。

その他の機能として、Wiki やディスカッションを始めとした、同一プロジェクト内部でのコミュニケーション機能が実装されている。

### 2.4 研究データ管理の問題点

研究データ管理の指針やライフサイクルの提示、及び研究活動の不正行為に対するガイドライン等研究者が不正行為を行うことのないよう様々な取り組みがなされているにも関わらず研究不正が絶えない原因の一つとして、研究成果として発表する前の研究データの確認、検証といった項目が明言されていないことが問題になっていると考えた。本学における研究データ保存等におけるガイドライン [6] では、研究者等および部局の長の責務、研究記録や研究データの保存方法、保存期間及び開示について定めている。外部に発表した論文や報告等、研究成果発表に疑義が生じた際の検証を目的としている反面、不正行為を未然に防ぐための取り組みについては明言されていない。そのため、不正行為を「起きうるもの」として成果発表の如何に関わらず論文と同等以上に研究者が扱っているデータの方にまで入念なレビューを行う、ということもデータ管理やライフサイクルの一部として実施する必要がある。

また、研究データ管理基盤として NII が提供する Gakunin RDM は研究活動の公正さを追求する上で不足している機能があると考えられる。

「研究不正の防止策」として講じられている証跡管理、タイムスタンプ機能がユーザにとって不明瞭かつ研究不正の防止には不十分であるというものである。この証跡管理機能は「システム中に保存されたデータがある時刻に存在することを証明する」ものであるとされている。[5] によればデータのハッシュ値を時刻認証局に送信し、そこから得られたタイムスタンプを元にある時点のデータと現時点

でのデータのタイムスタンプを比較し、改ざんされているかどうかを検証するものである。データの送受信中に中間者攻撃などにより改ざんが行われたときなどは有効に機能するが、研究者自身が悪意のある改ざんを行い、その上でタイムスタンプを生成し直した場合にはこれは機能しなくなってしまうという問題点がある。Gakunin RDMにおいて、タイムスタンプの発行はユーザの任意のタイミングもしくはファイルがアップロードされた直後に実行されていると考えられるため、指導教員から確認をもらった後に改ざん、捏造等の作業を行い、その上で再度タイムスタンプを更新し直すとこれは改ざんのないデータとして登録されてしまう。この問題は Nii Storage だけでなく外部ストレージサービスやアドオン上での操作についても同様のことが言える。外部ストレージサービスでの変更は Gakunin RDM 上のログに記録されないため、改ざん等に気づかないままタイムスタンプを打ってしまう可能性がある。これはタイムスタンプをユーザ(研究者)の任意のタイミングで生成しないこと、生成する権限を与えないことなどにより解決できると考えられる。

最後に、現状の Gakunin RDM は作成したプロジェクトを公開設定にすることができないため、研究データライフサイクルや FAIR 原則における公開、共有及び検索可能性を損ねてしまっているという点がある。

### 3. 提案する研究データ管理システム (RDMS)

本研究にて提案する研究データ管理システム (Research Data Management System, RDMS) は、Gakunin RDM を研究データの公開基盤に見立て、Gakunin RDM 上のプロジェクトへ NextCloud を外部ストレージサービスとして連携させ、その NextCloud の上にカスタムアプリケーションを構築することで実現する。このアプリケーションは

- 指導教員によるレビュー機能
- 著者、共著者の鍵を用いた電子署名の付与機能
- 署名済みデータの定期的な自動検証・通知機能
- 自動検証をフックとする内部告発、通報機能

などを始めとした研究不正を防止するための機能を主として実装していく。

#### 3.1 上位権限者によるレビュー

研究データへの不正行為(改ざん、盗用、捏造等)に対する対処法として、研究者がデータや論文を成果発表として公開する前に指導教員を始めとした上位権限者によるレビューを実施するものである。これは図 1 に示す研究データライフサイクルにおける Processing and Analysing と Publishing and Sharing の間に位置するものである。研究者は実験結果や考察の基となるデータや論文そのものを複数選択して指導教員に対してレビューリクエストを行い、

指導教員は各データに対してコメント (Comment)、変更要求 (Change request) 及び承認 (Approve) の 3 種類からなるレビューを繰り返して行う。レビューを要求されたすべてのデータに対して承認が得られた場合のみ、後述する各データへの電子署名が付与される。研究者は自身のデータに対してコメントを行うことはできるが承認はできないため、必ず上位権限者によるデータや結果及び考察に対する確認が得られる。

#### 3.2 電子署名の付与

節 3.1 にて述べたレビュー機能は「レビュー実施時のデータに不正が見受けられないことを保証する」ものである。しかしながら、レビュー承認後に改変・改ざんしたデータで上書きすることも可能である。NextCloud の上でのファイルの変更はログとして記録されるものの、レビュー後のデータをあえて注視することは少なく、改ざんされても気づきにくい。そのため、この機能はレビューを行った指導教員を始めとする共著者及び研究者自身の鍵を用いて電子署名を付与することで、データの信頼性を高め、不正があった際の責任の所在を明らかにすることを目的としている。これは研究データライフサイクルにおける Preserving と Re-using 及び他研究者の Plan を補佐するものであり、データに対して署名を付与することで後述する署名検証機能により公開後のデータにまで不正がないことを保証することが可能となる。

#### 3.3 署名済みデータの自動検証

レビューが承認され、電子署名が付与された後にも研究者はデータそのものを書き換えることは可能であるため、電子署名のみでは公開される、もしくは公開されているデータの信頼性を保証できない。また、.NET Framework 等を始めとした開発者向けツールの多くは Checksum などを設けているが、この Checksum を用いた検証をユーザ側が意図的に行うことは多くなく、これは研究データに対して付与された電子署名についても同様であると考えられる。そのため、この機能は「公開データを入手した他の研究者の多くは署名を検証しない」といった不正対策漏れを防ぐため、アプリケーションが署名済みのデータに対して定期的かつ自動での検証を行うことを目的としている。この機能は研究データライフサイクルにおいて節 3.2 と同様の保存、公開及び他研究者のデータ計画の補佐をするとともに、公開データの取得者自身が署名の検証を行うことで Collecting と Processing and Analysing の中間に位置するような機能として提供できる。

#### 3.4 内部告発および通報

節 3.3 にて述べた署名の自動検証機能を用いることでデータに改ざん、捏造等の操作が行われた際の検知が可能

表 1 仮想環境ホスト 情報

項目	情報
OS	macOS Catalina 10.15.7
CPU	Intel(R) Xeon(R) W-3235 CPU @ 3.30GHz
RAM	96GB 2933MHz DDR4
仮想システム	VMWare Fusion Prot 11.5.7

表 2 仮想環境ゲスト 情報

項目	情報
OS	Ubuntu 20.04.1 LTS
CPU	Intel(R) Xeon(R) W-3235 CPU @ 3.30GHz
RAM	4GB
NextCloud	21.0.2
PHP	7.4.19
Vue.js	2.6.12
MariaDB	Ver 15.1 Distrib 10.5.9-MariaDB
Docker	20.10.7

となるため、研究機関の研究公正窓口への告発や通報等といった改ざん検知をフックとした機能を自動化することができる。アプリケーションの実装ミスや、意図した変更や削除等を始めとした誤検知が発生する可能性も多くあるため条件は適切に設定しなければならないが、ここ挙げた窓口への告発や通報といった例の他に、指導教員のみへの通知、所属研究室員への通知、共著者への通知、告発文書の自動生成、被改ざんデータの編集権限ロック等、派生として多くの機能へ応用が期待できる。この機能は引き継ぎによる研究等を始めた主として所属が同じ機関の研究者同士もしくは研究者と指導教員等といったクローズドなデータライフサイクルを補佐するものであり、保存されているデータの不正が発覚した際、適切な告発処理や削除等を行うことでデータの再利用性 (Re-using) を高めることを目的としている。

## 4. 実装

章 3 にて述べた機能のうち、本論文執筆時点では節 3.1 のレビュー機能及び節 3.2 の署名の付与機能の 2 つを実装した。本章では実装した各機能の詳細と実際の画面等を提示していく。

### 4.1 環境および事前準備

NextCloud は稼働させる環境は表 1 に示す仮想環境上にある。この仮想環境の上に表 2 に示す要件を満たす環境を構築した。NextCloud はサーバに直接インストールせず、Docker のコンテナとして稼働させている。NextCloud のカスタムアプリケーションは基本的な MVC アーキテクチャに則った Web アプリケーションとして構築可能であり、バックエンドを PHP、フロントエンドを Vue.js にて実装した。

また、実装したアプリケーションを正しく動作させるた

めに次の作業を実施する。

- (1) 指導教員、研究者として扱うものを NextCloud のグループとしてそれぞれ作成する
- (2) 指導教員は `reviewing_username` という規則で各研究者の ID を末尾とするフォルダを作成する
- (3) 上記で作成したフォルダを ID の一致する研究者へ共有する

レビュー機能では個人が持つファイルやデータを他者が閲覧可能な状態にする必要があり、これを簡潔にするため、アプリケーションで独自の共有手段を実装するのではなく、NextCloud や一般的なストレージサービスでも存在する共有機能を活用するためにこの事前準備を行う。

### 4.2 レビュー機能

節 3.1 に示した機能を満たすために、レビューリクエストそのものを表す `review_requests` テーブル、レビューを依頼するファイルやデータの場所等の情報を扱う `review_files` テーブル、及び指導教員や研究者がコメント等を行う `reviews` の 3 つのテーブルをデータベース上に作成した。また、レビューする側 (指導教員) とレビューされる側 (研究者) を区別するために権限を管理する `rdmbucket_role` というテーブルも合わせて作成した。これらのテーブルの ER 図を図 2 に示す。レビューリクエストは複数のレビューされるデータを持ち、また各データは複数のレビューを持つという入れ子の構造になっている。

レビュー機能は 3 つの画面から管理される。1 つ目は図 3 に示すようなレビューリクエスト一覧画面である。研究者は自身の作成したリクエスト一覧を、指導教員は研究者全員のリクエスト一覧を確認することができる。2 つ目は図 4 に示すようなレビューリクエストの新規作成画面である。リクエスト自体のタイトルとその詳細や補足を記述し、自身が NextCloud 上にアップロードしているファイル等からレビュー対象とするデータを複数選択して作成できる。3 つ目は図 5 に示すようなレビューリクエストの詳細画面である。リクエストの新規作成にて選択した各データに対してレビューを行うことができる。各ファイルにある View file を選択することで内容を確認し、Add review 押下後に右側に表示されるサイドバーから選択データに対するレビューを付与できる。すべてのデータ、ファイルに対して承認 (Approve) を得ることで研究者はレビューリクエスト自体を承認し、後述する署名を付与することができる。

また、このレビュー機能の補佐として用いられる権限管理機能は NextCloud の管理者から可視である設定画面を通じて提供する。設定画面の例を図 6 に示す。Groups as reviewer 配下のセレクトボックスから節 4.1 にて予め作成した指導教員として扱うグループ (図の例では teacher) 及び研究者として扱うグループ (図の例では student) をそれぞれ設定することができる。

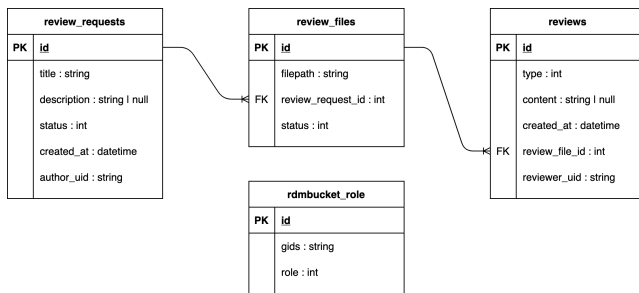


図 2 レビュー機能 ER 図



図 3 レビューリクエスト一覧画面

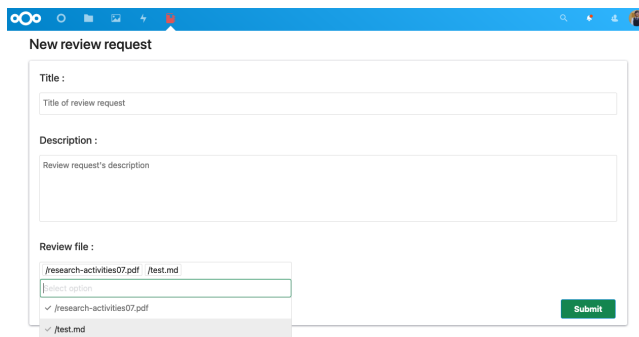


図 4 レビューリクエスト新規作成画面



図 5 レビューリクエスト詳細画面

### 4.3 署名の付与機能

節 3.2 にて示した機能を満たすために、署名のための鍵情報を保持する signature\_keys テーブルをデータベース上に作成した。ER 図を図 7 に示す。扱う公開鍵、秘密鍵及びその鍵ペアに名前をつけて保存できる。

署名機能は 2 つの画面とレビューリクエスト詳細画面の一部として管理される。1 つ目は図 8 に示す登録鍵一覧画面である。ここでは権限に関係なくアプリケーション上に登録されているすべての鍵が表示される。左上の New Key から鍵の追加を行うことができる。2 つ目は図 9 及び図 10 に示す鍵の生成、追加画面である。図 9 の Generate

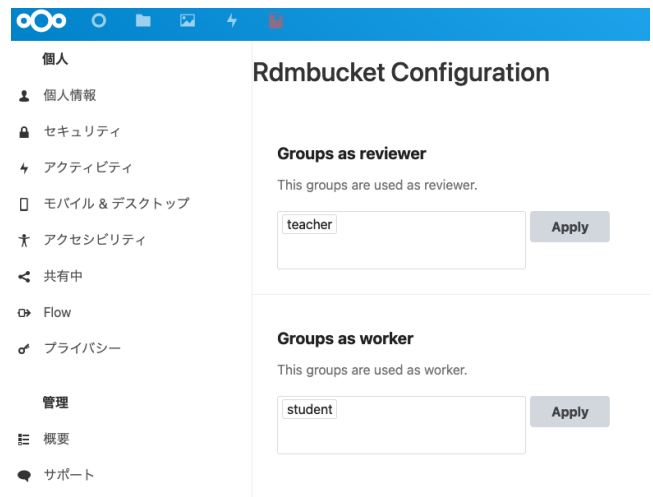


図 6 権限設定画面

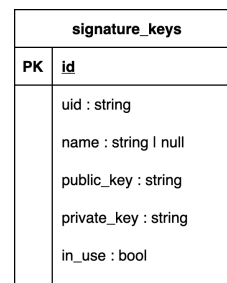


図 7 署名付与機能 ER 図

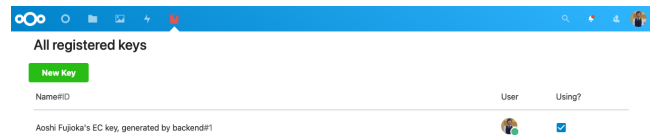


図 8 署名鍵一覧表示画面

by backend では鍵につける名前のみを設定すると、アプリケーション側で鍵の生成を行う。この自動生成では鍵種として楕円曲線を、RFC5480 にて定める名前付き曲線の secp256r1(prime256v1) を用いる。図 10 にあるように、公開鍵と秘密鍵を指定して登録することもできる。最後にレビューリクエストの承認時に鍵を選択する画面である図 11 がある。公開鍵、秘密鍵は PEM 形式のペアを想定しており、署名の生成には PHP の OpenSSL ライブラリに定義されている openssl\_sign 関数を用いる。研究者がレビューリクエストを承認する際、各データの SHA512 ハッシュをとり、署名アルゴリズムにも同様の SHA512 を選択してデータに対する署名を施す。この署名はファイルとして出力されるため、レビューされたデータとともに公開基盤へアップロードすることを想定している。

## 5. おわりに

本研究では、近年でも絶えることのない研究データに対する不正を防ぐ手立てとして主に研究データ管理 (RDM)

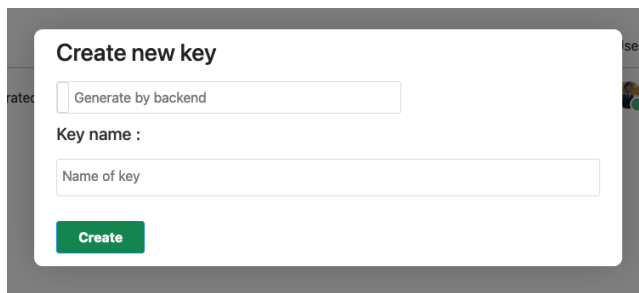


図 9 署名鍵生成モーダル 自動

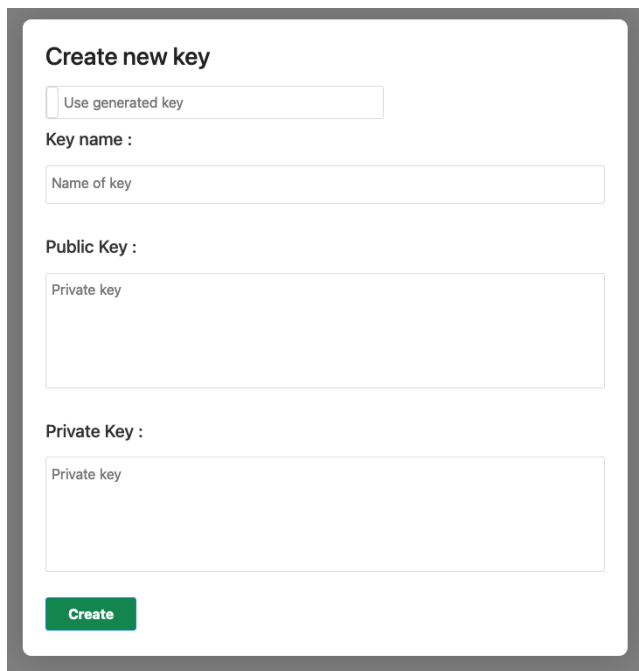


図 10 署名鍵生成モーダル 手動

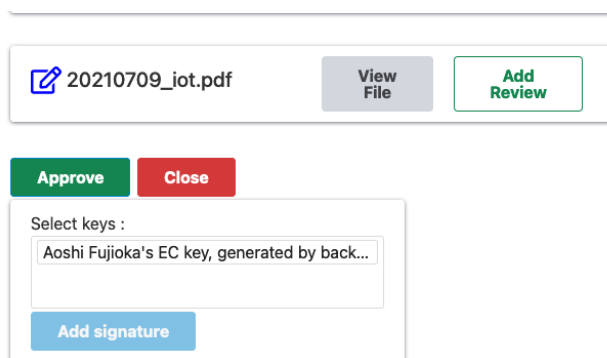


図 11 署名鍵選択

の観点で着目し、多くの研究機関によって定められていない「成果発表前のデータに対する検証、レビュー手段の提案」という形で「研究不正を未然に防ぐ」ことを目的としたアプリケーションの提案及び実装を行った。また、レビューだけでなく電子署名の付与によりレビュー後の改ざん検知や研究成果として公開した際のデータの信頼性の向上を図った。しかしながら、節 3.3 に示す付与された署名

の自動検証、検知や節 3.4 にある告発、通知といった一部の機能は実装されておらず、また実装されたものについても運用経験が乏しく、機能そのものに過不足がないか検討ができていない。そのため今後の展望として次のことを実施していく。

- (1) 研究室での運用を経て、既存機能の問題点や改善点を見出す
- (2) 本論文執筆時点で実装できていない機能の実現、また他機能の提案

得に後者については応用先が多くあると考えており、例としてレビューコメントやデータの変更履歴といった時系列として扱えるデータをブロックチェーンに適用し、データ自身の信頼性を保証するとともにそのデータのレビュープロセスや改変の流れにも不正がないことを保証する、といった案等がある。

### 参考文献

- [1] 文部科学省: 研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン, 入手先 (<https://bit.ly/3gex6JG>) (2021/06/07 現在).
- [2] 文部科学省: 文部科学省の予算の配分又は措置により行われる研究活動において不正行為が認定された事案 (一覧), 入手先 (<https://bit.ly/34Z9Qu5>) (2021/06/07 現在).
- [3] UK Data Service: Research data lifecycle, 入手先 (<https://www.ukdataservice.ac.uk/manage-data/lifecycle>) (2021/06/08 現在).
- [4] FORCE11: THE FAIR DATA PRINCIPLES (2016). <https://www.force11.org/group/fairgroup/fairprinciples>, NBDC 研究チーム (訳), "FAIR 原則 (「THE FAIR DATA PRINCIPLES」和訳)" (2019). <https://doi.org/10.18908/a.2019112601>
- [5] 込山 悠介: 研究データ管理サービス: Gakunin RDM, 第 2 回京都大学研究データマネジメントワークショップ (2019): 1-15 入手先 (<http://hdl.handle.net/2433/243961>)
- [6] 信州大学: 信州大学における研究データの保存等に関するガイドライン, 入手先 (<https://www.shinshu-u.ac.jp/hq/research-integrity/assets/docs/free/research-activities/research-activities07.pdf>) (2021/06/07 現在).
- [7] S.Turner, K.Yiu, D.Brown, R.Housley, T.Polk: Elliptic Curve Cryptography Subject Public Key Information, 入手先 (<https://www.ietf.org/rfc/rfc5480.txt>) (2021/06/15 現在).